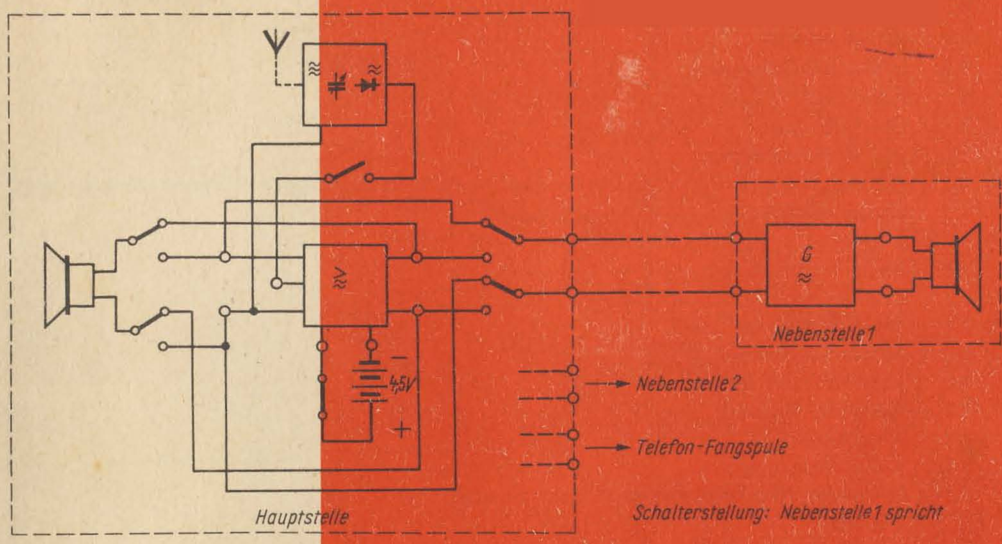
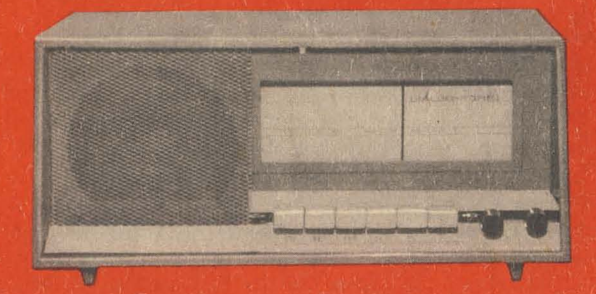


Klaus Schlenzig







Dialog-Kombi

Vielseitige Wechselsprechanlage plus Rundfunkgerät

Bauplan Nr. 10
1,– M

Originalbauplan Nr. 10

Inhaltsverzeichnis

1. Zweck

Im Jahre 1964 erschien als 2. Bauplan dieser Reihe die Mehrzweck-Wechselsprechanlage „DIALOG". Bereits damals kam zum Ausdruck, welch vielfältige Einsatzmöglichkeiten eine solche Anlage bietet. „DIALOG" bewies, wie einfach der Aufbau einer Wechselsprechverbindung sein kann, wenn man sich handelsüblicher Bauteile bedient. Die verwendeten Kühlschrankdosen gaben dem Objekt ein ansprechendes Äußeres.

Es wäre möglich gewesen, diesen Bauplan nochmals fast unverändert aufzulegen, denn er ist seit langem vergriffen. In dem Bestreben, dem inzwischen entstandenen Leserstamm der Elektronikbaupläne neue Anregungen zu bieten, erarbeitete der Autor die vorliegende Fassung.

Aus „DIALOG" wurden nur einige Textstellen und Gedanken übernommen, die in den neuen Rahmen passen und dem Bauvorhaben „DIALOG-KOMBI" dienen. Der Zusatz „KOMBI" läßt erkennen, daß der Einsatzbereich gegenüber „DIALOG" noch erweitert werden konnte. Elektrische Konzeption und Aufbau von „DIALOG-KOMBI" tragen den Wünschen nach Betriebszeit, möglicher Lautstärke und weiteren Anwendungen Rechnung. Diese 3 Gesichtspunkte werden für den Bastler heute bedeutungsvoll, nachdem der VEB Funkwerk Kölleda die Entwicklung einer Kleinwechselsprechanlage abgeschlossen hat. Dieser gegenüber müssen schon gewisse „Attraktionen" einen Selbstbau rechtfertigen. Die bei Wechselsprechanlagen allgemein interessierenden Gesichtspunkte wurden bereits in „DIALOG" genannt. Mit aktuellen Änderungen sei daher zitiert.

1.1. Möglichkeiten der Nachrichtenübermittlung

Schon immer war der Mensch bestrebt, Informationen über größere Entfernungen oder unter Bedingungen weiterzugeben, bei denen die Stimme nicht genügte. So sind bereits aus dem Altertum „optische Telegrafen" bekannt, die mit Lichtreflexen oder Flammenzeichen arbeiteten. Die Anwendung der Elektrizität verbesserte die Möglichkeiten beträchtlich. Zu den ersten nachrichtentechnischen Anwendungen zählte der Telegraf, dessen Drahtverbindungen später auch die Einführung des Telefons erleichtert haben dürften. Die Funktechnik schließlich ermöglichte Telegrafie und Telefonie bis hinein in den Weltraum, und ein wichtiger Teil der Informationsübermittlung entfällt im Zeitalter der technischen Revolution auf die Datenfernübertragung zu Zwecken der Steuer- und Regeltechnik sowie zu ihrer Verarbeitung an einem anderen Ort.

Doch auch die Drahtverbindung behielt ihre Berechtigung. Aufwand, Entfernung, Teilnehmerzahl, technische Möglichkeiten und andere Faktoren bestimmen das jeweils zweckmäßigste Verfahren der Nachrichtenübermittlung. Eine Verbindung „per Draht" ist also auch heute keineswegs unmodern. Moderner und komfortabler aber als der Telefonhörer kann sehr oft der Einsatz eines Lautsprechers sein. Vom Prinzip her ein „Telefon", wird eine solche Anlage für die verschiedensten Zwecke interessant.

1.2. Der Sinn von Wechselsprechanlagen

2 umkehrbare Schallwandler (meist Lautsprecher), an 2 verschiedenen Orten aufgestellt, durch eine Leitung verbunden und mit einem umschaltbaren Verstärker versehen, bilden eine Wechselsprechanlage. Jeder Lautsprecher wirkt wahlweise als Mikrofon oder als Lautsprecher. Verzicht auf Umschaltung vereinfacht und verbilligt; und auch dies hat Sinn. Über einen Wähler lassen sich in einer Anlage 1- und 2seitige Verbindungen koppeln, und man erhält eine Mehrzweckanlage von geringem Aufwand.

Wofür braucht man sie?

Man „begrabe" zunächst einen Komplex, der uns 1964 noch häufig begegnete: „Unsere Zeit ist noch nicht reif für technischen Luxus. Andere Länder sind da schon weiter . . ."

Warum eigentlich?

Ist es „Luxus", wenn in einer LPG die akustische Überwachung des Stalles (besonders für die Nacht) in Angriff genommen wird?

Muß der Wachhabende eines VEB immer unterwegs sein, wenn er statt dessen in Ruhe von der Pförtnerloge aus kritische Punkte überwachen kann, indem er sie akustisch beobachtet?

Luxus oder Zweckmäßigkeit?

Läßt sich der Wirkungsgrad der Schießsportausbildung nicht erhöhen, wenn der Schütze sofort über Lautsprecher seine Ergebnisse mitgeteilt bekommt?

Kann nicht sogar bei militärischen oder Geländesportübungen die „Horchstelle" einen Vorposten ersetzen?

Warum soll die Telefonanlage großer Dienststellen oder auch kleiner Betriebe mit häufigen Gesprächen zwischen 2 Räumen einer Abteilung (Vorzimmer – Leiter z. B.) überlastet werden, wenn eine Wechselsprechanlage für (größenordnungsmäßig) etwa 100,– M Materialkosten helfen kann?

Ist es tatsächlich nur „Luxus", wenn wichtige Telefongespräche durch magnetische Einkopplung (Telefonverstärker) in die Anlage für einen größeren Kreis Interessierter sofort hörbar werden?

Hilft der PGH nicht eine Sprechverbindung zwischen Werkstatt und Verkaufsraum?

Und warum sollte es „Luxus" sein, wenn sich ein lötkolbenbewanderter Familienvater die Möglichkeit schafft, das Baby im Kinderzimmer zu überwachen?

Ist es für den Nebenstellenteilnehmer nicht mehr als eine Spielerei, wenn er ein Gespräch abwickeln kann, ohne die Arbeit aus den Händen zu legen?

Die Bequemlichkeit einer Türsprechanlage auch bei älteren Häusern – nur „Luxus"?
Die in diesem Bauplan beschriebene Anlage gewährleistet jede der genannten Anwendungen, denn sie ist klein, handlich, netzunabhängig und unkompliziert im Nachbau.
„DIALOG-KOMBI" bietet dazu noch die Möglichkeit aktueller Information und viele Arbeiten fördernder Hintergrundmusik durch Ausnutzen des ohnehin vorhandenen Verstärkers für die Zwecke eines preiswerten Zweitrundfunkgeräts.

2. Voraussetzungen

Dieser Plan hat ein im Volumen bisher noch von keinem Bauplangerät erreichtes Endprodukt zum Ziel. Er setzt ein Gehäuse voraus, das man sich am besten im Fachhandel beschafft (billige Industrierestposten). Es leuchtet ein, daß das Angebot örtlich verschieden sein kann. Der Plan konzentriert sich daher in der Beschreibung mehr auf das Funktionelle, erläutert an einem Mustergerät mit selbstverständlich handelsüblichen Bauelementen. Wir müssen aus den genannten und aus den üblichen Platzgründen darauf vertrauen, daß unser Leserstamm inzwischen bereits entsprechende handwerkliche Fähigkeiten erworben hat und seine Phantasie einzusetzen versteht. In fast jedem der bisherigen Baupläne haben wir in mehr oder weniger knapper Form die wichtigsten handwerklichen, materiellen und schaltungstechnischen Voraussetzungen erläutert. Der neue Leser möge also verzeihen, wenn auf die Werkzeug- und auf einen Teil der Bauelementefragen nicht nochmals gesondert eingegangen wird. Auch die Hinweise zum richtigen Löten, der Farbkode der Widerstände u. ä. dürften inzwischen wohl überall vorhanden sein. Es folgt die Erläuterung der für diesen Plan wichtigsten Bauelemente.

2.1. Kondensator

Ein Kondensator, an Gleichspannung angeschlossen, lädt sich auf diese auf, so daß durch ihn dann kein (Gleich-)Strom fließt. Bei Wechselspannung erfolgt dauerndes Umladen der isoliert gegenüberstehenden Beläge; daher fließt auch ständig ein (Wechsel-)Strom. Je größer seine Kapazität (Dimension Farad = F), um so größere Lade- und Entladeströme fließen. Das bedeutet also: Große Kapazität C hat kleinen Wechselstromwiderstand. Bei bestimmter Frequenz $\omega = 2\pi f$ gilt für ihn $\frac{1}{\omega C}$. Will man also einer Verstärkerstufe bestimmten Eingangswiderstands einen Wechselstrom zuführen, so darf C um so kleiner sein, je höher ω ist. Im Vergleich zum Eingangswiderstand muß dabei $\frac{1}{\omega C}$ noch genügend klein bleiben. Je niedriger die Frequenz, um so größer also C auch dort, wo es gilt, Wechselspannungen kurzzuschließen (z. B. zur Entkopplung der Vorstufen eines Verstärkers von der Endstufe bezüglich der Stromquelle oder im Netzgerät zum Beseitigen von Brummspannung). Im Gerät kommen zur Kopplung der Tonfrequenzspannungen an die Transistoren Papierkondensatoren (z. B. Duroplast oder Gewaplast) oder Keramikkondensatoren (Epsilan) für den oberen Sprachfrequenzbereich sowie Elkos zur Kopplung im gesamten Hörbereich und zur Ableitung unerwünschter Störwechselspannungen in Frage. Die Größenordnungen: einige zehn Nanofarad (1 nF = 1 Nanofarad = 1000 pF, d. h. Pikofarad = 10^{-9}F) für Papier und Keramik (braune Kennfarbe gilt für Epsilan); einige Mikrofarad (= 10^6 pF = 10^{-6}F) für Elkos (= Elektrolytkondensatoren, meist Aluminiumgehäuse).

2.2. Spule

Während ein Kondensator für Wechselstrom bei wachsender Frequenz einen immer größeren Leitwert ωC annimmt (Leitwert = Kehrwert des Widerstands), steigt bei einer Spule der Wechselstromwiderstand ωL mit der Frequenz (L = Induktivität, Dimension Henry = H). Für Gleichstrom ist sie – abgesehen vom Drahtwiderstand – völlig „durchlässig". Die Induktivität hängt

bei genügend fester Kopplung der einzelnen Windungen quadratisch von der Windungszahl ab: Doppelte Windungszahl ergibt dann in guter Näherung 4fache Induktivität. Ein Kondensator folgt der angelegten Spannung mit seiner elektrischen Ladung – eine Spule baut als Wirkung ihrer Induktivität ein magnetisches Feld auf, wenn sie von Strom durchflossen wird. In beiden Fällen wird also Energie gespeichert, die man den Bauelementen wieder entnehmen kann: beim Kondensator (nach Abschalten der Ladespannung) durch Belastung mit einem Widerstand, wobei sich der Kondensator entlädt; bei der Spule entsteht (nach Öffnen des Stromkreises) durch das zusammenbrechende Magnetfeld eine Spannung an den Anschlüssen, die für kurze Zeit wieder einen Strom durch einen Lastwiderstand treiben kann. Fehlt dieser Widerstand, so tritt der gefürchtete Öffnungsfunke auf, denn in diesem Fall kann die Abschaltspannung der Induktivität sehr hoch werden. Ein Kondensator läßt sich auch über eine Spule entladen, so daß sich in dieser ein Magnetfeld aufbaut, solange der Strom noch ansteigt. Anschließend bricht dieses Feld wieder zusammen, und die entstehende Induktionsspannung treibt einen Ladestrom in den Kondensator. Es hängt von den Größen L und C ab, wievielmal dieser Wechsel je Sekunde vor sich geht (also mit welcher Frequenz). Es stellt sich jedenfalls die Frequenz ein, für die $|\omega L| = |\frac{1}{\omega C}|$ gilt. Damit entsteht ein Schwingkreis, der auf die Frequenz $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ abgestimmt ist. Nach einiger Zeit sind in diesem Kreis infolge des ohmschen Spulenwiderstands und auf Grund der dielektrischen Verluste die Schwingungen abgeklungen, wenn man nicht laufend von außen neue Energie zuführt (z. B. von einem Sender oder dadurch, daß der Schwingkreis mit einem Transistor oder mit einer Röhre zusammen als Oszillator, d. h. Schwingungserzeuger betrieben wird). Schwingkreise sind bekanntlich wichtige Teile von Rundfunk- und Fernsehempfängern und spielen auch in der übrigen Nachrichtentechnik als Siebelemente für beliebige Frequenzen eine große Rolle.
So, wie der Kondensator für sich allein verschiedene Kreise wechselstrommäßig koppeln kann, so läßt sich auch mit einer Spule eine solche Kopplung herstellen. Man wickelt dazu einfach 2 Spulen auf einen gemeinsamen Kern aus weichmagnetischem Material (das dem Auf- und Abbau des Spulenfelds folgt, wobei es eine erhebliche Vergrößerung der Induktivität L bei gleicher Windungszahl zuläßt). Der auf diese Weise entstandene Übertrager bringt aber noch eine wichtige Eigenschaft mit: Durch ein entsprechendes Verhältnis der Windungszahlen kann man die verschiedensten „Übersetzungen" für Spannung, Strom und Widerstand erzielen (Anpassung).

2.3. Schallwandler

Schallwandler setzen elektrische Energie in mechanische (akustische) Schwingungen um oder wandeln akustische Schwingungen in elektrische Spannung. Zur ersten Gruppe gehören Kopfhörer und Lautsprecher, zur zweiten alle Mikrofone. Ein Lautsprecher kann aber auch zum Mikrofon werden. Die Schwingspule befindet sich im Feld des Lautsprechermagneten. Ihre Bewegung – wenn die Spule als Schallsender betrieben wird – überträgt sich entsprechend auf die Membran, die damit die umgebende Luft in Schwingung versetzt, sobald ihr (der Spule) ein elektrischer Strom zugeführt wird. Windungssinn, Magnetpolung und Stromrichtung bestimmen die Bewegungsrichtung. Sie bewegt sich aber auch, wenn Schall auf die Membran auftrifft. In diesem Falle „schneidet" die Spule Kraftlinien des Magneten. Es entsteht in ihr eine Spannung, deren Polarität von Bewegungsrichtung, Windungssinn und Magnetpolung abhängt. Wechselströme erzeugen Schallschwingungen, Schallschwingungen Wechselspannungen. Damit wird klar, warum man einen Lautsprecher prinzipiell sowohl an den Ausgang (= Lautsprecher) als auch an den Eingang (= Mikrofon) eines Verstärkers anschließen kann. Die auftreffende Schallenergie ist meist sehr klein, daher entstehen nur geringe Spannungen (Größenordnungen mV). Man muß sie verstärken. Der am Verstärkerausgang angeschlossene Lautsprecher erhält

Hier abtrennen

– meist über einen Ausgangstrafo angepaßt – dagegen einen relativ großen Wechselstrom (Größenordnung bis zu einigen hundert Milliampere) bei einigen hundert Millivolt. Entsprechend hoch ist die abgestrahlte Schallenergie.
Trifft von dieser Schallenergie ungewollt ein Teil wieder auf den Eingangslautsprecher (d. h. auf das „Mikrofon"), so wird er verstärkt und gelangt mit größerer Amplitude erneut auf den Eingang. Schließlich (und das geht sehr schnell!) ist ein Heulton zu hören. Seine Frequenz hängt u. a. von den elektrischen Daten der Anordnung ab. Die akustischen Verhältnisse des Raumes beeinflussen die Schwingneigung. Es erregt sich immer der Ton, für den die Bedingungen des Aufschaukelns am günstigsten sind. Wird ein Verstärker mit Lautsprecher und Mikrofon in demselben Raum betrieben, so kann diese akustische Rückkopplung nur durch entsprechend geringere Verstärkung und günstig gewählte Aufstellungsorte unterbunden werden.
Die im Bauplan empfohlenen Lautsprecher haben einen für Lautsprecher relativ hohen Wechselstromwiderstand (Nennimpedanz 15 Ω). Das erleichtert die Entscheidung zugunsten einer Endstufe ohne Ausgangsübertrager, doch wird noch gezeigt, daß auch kleinere Impedanzen dafür kein Hindernis sein müssen.

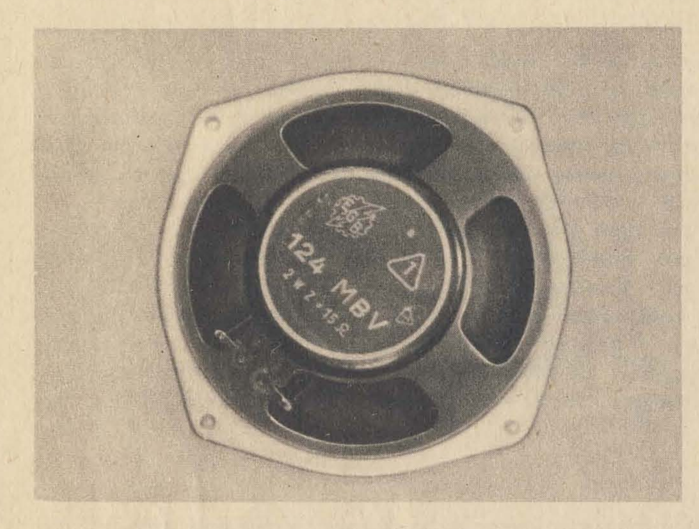


Bild 1
In der Anlage benutzter Lautsprechertyp 124 MBV (2 W, 15 Ω) – Hinweise für andere Typen s. Text!

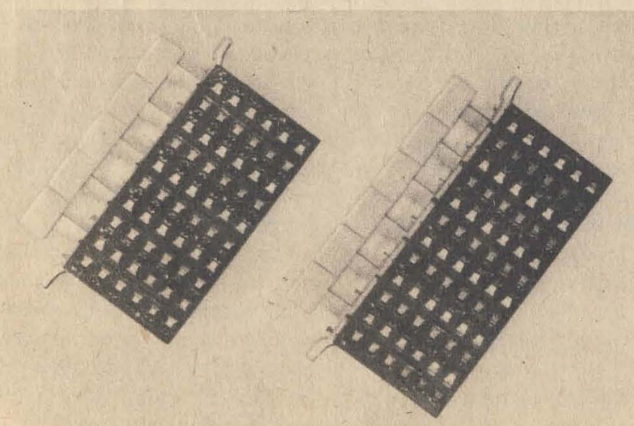


Bild 2
Für die Anlage geeignete Tastenschaltertypen (Tastenzahl je nach Umfang der Anwendung; s. Text!)

Auch für Mikrofonbetrieb wird auf einen Übertrager verzichtet, denn ein zusätzlicher Transistor ist billiger und bringt noch etwas mehr Gesamtverstärkung. Schließlich wird der Eingang auf diese Weise weniger empfindlich gegen magnetische Verkopplungen.
Je nach Konstruktion reagieren Lautsprecher auf ein mehr oder weniger großes Frequenzband. Je breiter dieses Band, um so stärker ist das Schwingsystem auch gedämpft. Als Mikrofon eignen sich daher große „Breitband"-Lautsprecher nicht so gut wie kleinere, möglichst nur im Bereich der Sprachfrequenzen (und etwas darüber) empfindliche Systeme. Dieser Umstand wurde im vorliegenden Bauplan bei der Schaltungsauslegung berücksichtigt, denn es ging gerade darum, im Unterschied zu „DIALOG" eine Anlage zu schaffen, die auch noch für Musikwiedergabe brauchbar sein sollte.
Bild 1 zeigt den in der Anlage benutzten Typ 124 MBV (2 W/15 Ω). Man erhielt ihn Anfang 1968 in größeren Stückzahlen zum Preis von etwa 8,50 M im Fachhandel. Von anderen Typen wähle man stets den, der auch den größten Spulengleichstromwiderstand hat.

2.4. Weitere Bauelemente

Selbstverständlich braucht man für das Gerät einige Transistoren und Dioden. Eigenschaften und Prüfung dieser Bauelemente (besonders wichtig für verbilligte Typen) beschrieb der Originalbauplan „Prüfgeräte für Transistoren und Dioden" (blaues Titelbild), den man eventuell noch im Handel erhält. Im übrigen wird auf Fischers „Transistortechnik für den Funkamateur" verwiesen. Schließlich sind wohl auch darum weitere Erläuterungen unnötig, weil heute der Transistor in seinen zahlreichen Erscheinungsformen wohl das Bauelement ist, das dem Bastler als erstes und interessantestes begegnet. Lediglich auf eine Notwendigkeit sei noch hingewiesen: auf die Kühlung des Endstufentransistors. Man beachte dazu die entsprechenden Angaben.
Nun noch einige Worte zum Bauelement Schalter. Ohne Umschaltung ist kein Wechselsprechen möglich und eine Kombination mit einem Rundfunkempfänger schon gar nicht. Konzeptionsbedingt sind jeweils mehrere Wege umzuschalten, anwendungstechnisch muß dafür aber immer ein Griff genügen.
Noch am leichtesten zu beschaffen und vor allem überall bekannt sind Schiebetastenschalter, die auch dem modernen Gerätegesicht entgegenkommen. Der VEB Elektrotechnik Eisenach fertigt seit vielen Jahren solche Aggregate und ist inzwischen zu einer sehr attraktiven Kleintastenschalterreihe für 1 bis 15 Tasten gelangt, die aber leider für den Amateur nicht ganz einfach zu beschaffen ist. Die Vorläuferreihe hat zwar größere Dimensionen, genügt mit ihren 6 Umschaltkontakten aber für die Zwecke von „DIALOG-KOMBI" bereits allen Forderungen. Leider ist dieser Schalter nicht ständig greifbar. Daher wurde dieser Bauplan (was „gerade noch ging") auf die Tastenschalterreihe „MT" der Fa. G. Neumann ausgerichtet, deren Standardbestückung aus 3 Ein- und 3 Aus-Kontakten je Taste besteht, d. h., es sind jeweils nur 3 Umschalter möglich. Jedoch können alle anderen Fabrikate ebenfalls eingesetzt werden, was die Nachbausicherheit an jedem Ort der DDR gewährleistet. Wir begnügen uns im Gerät mit der Normalausführung solcher Schalter, bei der jede Taste die andere auslöst, und benutzen die Erfahrungstatsache, daß man auch 2 Tasten gleichzeitig zum Einrasten bringen kann. Das trägt mit zur größeren Vielseitigkeit der Anlage bei. Bild 2 stellt Muster dieser Schalter vor.

3. Schaltung

3.1. Gesamtanlage

Bild 3 zeigt die Blockschaltung von „DIALOG-KOMBI". Sie besteht aus einer Hauptstelle mit den Funktionsgruppen Empfängervorsatz, NF-Verstärker, Umschalter und Mikrofon-Lautsprecher sowie Stromversorgung. Über jeweils 2adrige Leitungen sind Nebenstellen (und bei Bedarf Telefonadapter) anzuschließen, deren Zahl von der Auslegung des Umschalters abhängt. Für

die Nebenstellen kann prinzipiell das aktive oder das passive Rufprinzip angewendet werden, d. h., sie enthalten entweder eigene Generatoren oder benutzen den Hauptstellenverstärker. Das aktive Prinzip erwies sich für „KOMBI" als sinnvoller, da bei Rundfunkempfang leichter gerufen werden kann. Beide Prinzipien erfordern unterschiedliche Schalterauslegung.
Aus der Blockschaltung ist bereits deutlich zu erkennen, daß man die Anlage auch ohne Rundfunkteil betreiben kann und daß dessen Konzeption beliebig ist. Demgemäß soll die Darstellung bei diesem Teil auch nicht so weit ins einzelne gehen wie bei der eigentlichen Wechselsprechanlage. Deren Aufwand wiederum (Gehäuse, Endstufe, Lautsprecher) stellt sicher, daß der Empfängerteil jederzeit organisch eingefügt und später von der einfachen zur leistungsstärkeren Ausführung hin variiert werden kann – eine für Liebhaber mögliche „Langzeitbeschäftigung" an einem einzigen Grundaufbau! Damit dürfte der vorliegende Bauplan ein Objekt bieten, das immer wieder neue Anregungen gibt – sowohl in der Anwendung als auch im Experiment nach eigenen Entwürfen.

3.2. Wechselsprechanlage

3.2.1. NF-Verstärker (Endverstärker – Vorverstärker und Frequenzgang – Verwendung anderer Lautsprecher)

Wie bereits unter 2.3. erläutert, wird ein Verstärker benötigt, der bei einer Eingangsspannung in der Größenordnung eines Millivolt (infolge des Verstärkereingangswiderstands einer Eingangsleistung von ganz geringen Bruchteilen eines Mikrowatt entsprechend!) eine Ausgangsleistung bis zu möglichst einigen hundert Milliwatt an einen Lautsprecher abgibt. Allerdings wird diese große Leistung meist nicht benötigt. Es ist also nicht erforderlich, sie auf die geringe Eingangsspannung zu beziehen. Wohl aber soll die Endstufe in der Lage sein, eine solche Leistung an einen Lautsprecher abzugeben, wenn sie entsprechend angesteuert wird.
Gegenwärtig ist es nicht einfach, dafür eine allen Lesern entgegenkommende Lösung zu finden. Technisch am zweckmäßigsten wäre ein völlig eisenloser Verstärker in ruhestromsparender Gegentakt-B-Schaltung mit pnp- und npn-Transistoren. npn-Germaniumtypen werden jedoch in der DDR nicht gefertigt, und npn-Siliziumtypen sind noch nicht allgemein erhältlich bzw. teuer. Außerdem ergeben sich Probleme, wenn man sie mit Germaniumtransistoren zusammen einsetzen möchte. Eine mit ausreichenden Reserven dimensionierte Ge-Transistorlösung legt mindestens 1-W-, besser 4-W-Typen nahe, die auch als Basteltypen überall greifbar sind und künftig im Röhrenwerk Neuhaus produziert werden sollen.
Die Wahl fiel schließlich auf eine Schaltung nach Bild 4.

Endverstärker

Der Verstärker wurde praktisch vom Lautsprecher aus entwickelt. Der für kleinere bis mittlere Rundfunkgeräte vorgesehene Typ 124 in seiner Variante 124 MBV mit $Z = 15\ \Omega$ (130 mm Korbdurchmesser, 48 mm Bauhöhe; vgl. Bild 1) bot sich für eine eisenlose Endstufe kleinen Aufwands geradezu an. Der Hersteller rät zwar im allgemeinen davon ab, durch die Schwingspule eines Lautsprechers einen größeren Gleichstrom zu schicken. Dieser Rat geht von dem Gesichtspunkt aus, daß in der Spule (auch ohne Aussteuerung) Wärme entsteht und durch die Gleichfeldauslenkung der Membran Verzerrungen sowie eine Beeinflussung der Magnetdaten auftreten. Jede Vorschrift hat aber irgendwo eine Grenze ihrer Zweckmäßigkeit. In der vorgestellten Schaltung und mit den angegebenen Daten braucht der Anwender jedenfalls nicht zu befürchten, daß der Lautsprecher zerstört wird. Dazu käme es nur, wenn vorher bereits an anderer Stelle ein Defekt aufträte (z. B. voll geöffneter Transistor). Außerdem werden für ganz Vorsichtige zusätzlich zwei Gegenmaßnahmen empfohlen:
- bei entsprechend kleiner Ausgangsleistung Reduzierung der Betriebsspannung unter 4,5 V und Neueinstellung der Arbeitspunkte;

– bei höherem Gesamtwirkungsgrad und größerer Ausgangsleistung Verwendung einer zum Lautsprecher parallelliegenden Drossel mit Schaltung und Richtdaten nach Bild 5. Dabei muß ggf. die Kühlfläche des Endtransistors vergrößert werden.

Diese A-Stufe ohne Drossel bedeutet zunächst bei einem Gleichstromwiderstand der Schwingspule von etwa 12 Ω, wenn man auf nahezu halbe Betriebsspannung an Spule und Transistor einstellt, einen Ruhestrom von ungefähr 170 mA. Das ist aber sogar für Monozellen als Energiequelle auf die Dauer etwas viel. Daher bietet der Verstärker zwei Möglichkeiten für die Speisung: einmal mit Batterie (3 Monozellen), zum anderen aber (da ortsfestes Gerät und mit Rundfunkteil, also häufiger benutzt) noch einen einfachen Netzteil. Dieser Zusatz kann auch später nachgerüstet werden, oder man verzichtet ganz auf Batterien. Außerdem ist es nicht sinnvoll, die Stufe bis zu den Aussteuergrenzen zu „fahren", denn dann werden aus verschiedenen Gründen die Verzerrungen recht groß. Ein Optimum in Batterieverbrauch und Wiedergabe bei ausreichender Sprechleistung ergab sich bei einer mittleren Batteriespannung von 4 V zwischen 100 mA und 130 mA Kollektorstrom. Das bedeutet eine wesentlich längere Lebensdauer der Batterie. Mag die dabei erreichbare Sprechleistung von „nur" 100 mW auch nicht allzu groß erscheinen – sie erwies sich für alle vorgesehenen Zwecke als völlig ausreichend, was nicht zuletzt den Lautsprechern zu verdanken war. Für Sprechverbindungen mit Batteriebetrieb, besonders aber für Überwachungszwecke mit langen „Informationspausen", enthält der Verstärker außerdem eine Arbeitspunktregelstufe. Sie kann bei reinem Netzbetrieb bzw. für übliche Gespräche mit Batterie entfallen. Die Endstufe wird dann stets mit dem genannten Kollektorstrom betrieben. Die Regelstufe reduziert den Ruhestrom auf etwa 40 bis 50 mA. Stellt man niedriger ein, so sinkt die Grundempfindlichkeit des Verstärkers. Außerdem erhöhen sich bei Aussteuerung die Verzerrungen. Es hängt also sehr vom Einsatzzweck ab, wie rentabel man das Gerät aufbauen kann. Der Einstellwiderstand in der Regelstufe ist für den gewünschten Ruhestrom „zuständig"; er wird einmalig auf den als günstig ermittelten Wert gebracht und dann nicht mehr verändert.

Betrachten wir nun die Endstufe und diesen Regelverstärker im Zusammenhang: Die Endstufe besteht aus 2 Transistoren in sogenannter Darlington-Schaltung. Das ist eine bauelementesparende Schaltungsart mit (gegenüber einer einfachen Emitterschaltung) höherem Eingangswiderstand. Der Widerstand in der Emitterleitung des 1. Transistors soll im vorliegenden Fall sicherstellen, daß dieser Kleinleistungstyp nicht durch zu hohe Kollektorverlustleistungen überlastet werden kann. Außerdem wirkt er verzerrungsmindernd. Der Widerstand von Basis nach Masse dient der Reststromverkleinerung besonders bei höheren Temperaturen und wirkt außerdem zusammen mit dem an Minus bzw. an der Regelstufe liegenden Widerstand als Basisspannungsteiler.

Im normalen A-Betrieb (also vorwiegend bei Betrieb mit Netzteil) erhält die Endstufe über einen Widerstand zwischen Basis des 1. Transistors und Minus einen Arbeitspunkt bei etwa 4,2 bis 4,5 V Netzteilspannung von etwa 150 mA für I_C. Der genaue Wert dieses Widerstands für einen bestimmten Ruhestrom ist noch etwas exemplarabhängig, man kann ihn mit Potentiometer ermitteln. Daher enthält die Schaltung an dieser Stelle ein Trimmpotentiometer (s. dazu Bild 4 am – nur bei wechselnder Betriebsart erforderlichen – Umschalter „fest – gleitend"). Will man Batteriekapazität sparen, dennoch aber (unter gewissen Einschränkungen in der Wiedergabequalität) eine möglichst große Sprechleistung erreichen, so hilft die Regelstufe. Sie führt der Basis der Endstufenkombination um so mehr Öffnungspotential zu (also negative Spannung), je weiter sie selbst ausgesteuert wird. Dieser Vorgang vollzieht sich etwas verzögert, denn Ankopplung und Rückführung nur von Gleichspannung erfordert Kapazitäten, die sich jeweils erst auf den Mittelwert der angebotenen Amplituden aufladen müssen. Die Anfänge laut gesprochener Worte haben daher einen größeren Klirrfaktor, und nach Gesprächsende sinkt der Strom nicht schlagartig auf den Ruhewert ab. Mit einem Milliamperemeter stellt man fest, ob für die größten vorkommenden Amplituden etwa 100 bis 130 mA Endstufenstrom erreicht werden. Eine Hörkontrolle (besser ist ein Oszillograf) zeigt, wann sich innerhalb dieser Grenzen die beste Wiedergabequalität einstellt. Ob sich bei den obengenannten 40 bis 50 mA Ruhestrom auch 100 mA bei Vollaussteuerung ergeben bzw. inwieweit dabei noch größere Verzerrungen auftreten, hängt von den Transistorexemplaren ab. Sollte bei Vollaussteuerung am Stellwiderstand der Regelstufe korrigiert werden müssen, so kann der Ruhestromwert von 40 bis 50 mA noch durch Auswechseln des parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des Regeltransistors liegenden Widerstands erreicht werden. Diese Regelstufe sei dem erfahreneren Amateur vorbehalten. Er wird noch andere Einstellmöglichkeiten entdecken.

Benutzt man eine Paralleldrossel in der Endstufe (vgl. Bild 5), so achte man darauf, daß I_C nicht größer wird, als es der Transistor von der Verlustleistung her bei gegebener Kühlfläche (Datenblätter beachten!) zuläßt. Dort liegt fast die gesamte Batteriespannung am Transistor, so daß dieser entsprechend höhere Verlustleistung erhält (s. dazu auch die Hinweise zur Kühlung in Kapitel 4.).

Statt der AES 2 läßt sich im Prinzip jede andere der in der Literatur angebotenen Endstufen einsetzen, wenn sie (aus Verstärkungsgründen) 2 Transistoren enthält und an den Lautsprecher – richtig angepaßt – wenigstens 100 mW Sprechleistung abzugeben vermag. Allerdings sollte man dann ohne Regelstufe arbeiten (also z. B. auch mit einer Gegentakt-B-Endstufe mit Treiber, was natürlich höheren Aufwand bedeutet).

Vorverstärker und Frequenzgang

Ein 3stufiger Vorverstärker, von der kleinen ankommenden Signalamplitude gesteuert, stellt die für den Endverstärker erforderliche Eingangsleistung bereit. Da der NF-Ausgangspegel des Rundfunkteils in jedem Fall höher liegt, wird er erst in die 2. Verstärkerstufe eingekoppelt. Das vereinfacht auch die Probleme des Frequenzgangs. Während man bei Rundfunk selbstverständlich ein unverfälschtes Frequenzbild anstrebt, sollen bei Sprechbetrieb die tiefen Frequenzen unterdrückt werden, da sie die Sprachqualität verringern. Das wirkt sich besonders in einer Umgebung mit ausgeprägten Raumresonanzen aus. Einfachste Maßnahme zur Tiefenbeschneidung ist ein Koppelkondensator kleiner Kapazität zwischen 1. und 2. Stufe, der zusammen mit dem Eingangswiderstand des Transistors einen Hochpaß bildet.

Das Rundfunkprogramm dagegen wird über einen Elko eingekoppelt. Leider nimmt eine längere Leitung ebenfalls gern den nächstgelegenen Sender auf, und der 1. Transistor demoduliert ihn, so daß man auch ungewollt Rundfunk hört. Das verhindert in der vorliegenden Schaltung ein Eingangstiefpaß, d. h., dort geschieht genau das Umgekehrte zu dem, was in der 2. Stufe mit den Sprachfrequenzen getan wird. Das Glied läßt zwar Sprachfrequenzen wenig gedämpft durch, sperrt hochfrequente Spannungen aber recht wirkungsvoll. Kurze Erläuterung: Für z. B. 1 MHz hat der 15-nF-Kondensator (in der Schaltung 10 bis 30 nF) nur noch etwa 10 Ω, so daß ein im allgemeinen „ungefährlicher" Bruchteil dieser Störspannung an die Basis gelangt.

Einen Hochpaß wiederum bildet – stark vereinfacht betrachtet – die Leitung in Verbindung mit dem Abschlußwiderstand von (im Beispiel) 82 Ω. Kapazitive Brummeinstreuungen des Lichtnetzes werden durch ihn wirksam bedämpft, während die Signalspannung infolge der niederohmigen Quelle ($Z = 15\ \Omega$) nur wenig absinkt. Das Eingangspotentiometer schließlich erlaubt eine Lautstärkeeinstellung, die unabhängig von der Lautstärke des Rundfunkteils ist.

Man sollte die beschriebenen Maßnahmen gegen Fremdfelder nicht zu leicht nehmen, wenn die Anlage wirklich ordentlich funktionieren soll. Gegen induktive Einstreuungen schließlich hilft Verdrillen der die Störung aufnehmenden Leitung. Da auch der Lautsprecher, als Mikrofon geschaltet, gern „aufnimmt", muß der Trafo eines Netzteils mit seiner magnetischen Achse senkrecht zur Schwingspulenachse gerichtet sein. Außerdem wähle man einen möglichst großen Abstand, auch vom Ferritstab und von der Tastenverdrahtung. In schwierigen Fällen löst man dieses Problem mit einer Abschirmung aus Weicheisenblech (im Mustergerät unnötig).

Verwendung anderer Lautsprecher

Stehen nur Lautsprecher kleinerer ohmscher Schwingspulenwiderstände (die ja bekanntlich niedriger sind als die bei bestimmter Frequenz gemessenen Scheinwiderstände) zur Verfügung, so ist für den in der drossellosen Schaltung zulässigen Strom Hauptkriterium die Belastbarkeit. Man ziehe dabei auch keine voreiligen Schlüsse aus Angaben ausländischer Hersteller bei solcher Betriebsart, denn es hängt u. a. von der Technologie des betreffenden Typs ab, inwieweit man ihn gleichstrommäßig auf Dauer belasten kann. Erfahrungswert: Möglichst nicht über ein Drittel der angegebenen Leistung gehen! Im übrigen sollte man den Lautsprecher stets so polen, daß sich die Membran etwas „hebt". Diese Auslenkung ist im allgemeinen noch so klein, daß sich erst bei sehr großen Amplituden die Feldinhomogenität bemerkbar macht.

Bei kleineren Lautsprecherwiderständen muß man also eventuell mit der Betriebsspannung der Endstufe heruntergehen. Das läßt sich auch über einen größeren Emitterwiderstand erreichen. (Im übrigen sinkt bei geringerem Arbeitswiderstand auch die Amplitude für die Regelstufe, die daher neu einzustellen ist.) In diesem Fall wiederum empfiehlt sich erst recht die zuvor erwähnte Drossel, für kleine Impedanzen mit Anzapfung für den Lautsprecher (Spartransformator).

Diese Hinweise sollten zeigen, daß man seine Bauabsichten nicht unbedingt aufgeben muß, wenn man keinen 124 MBV erhält. Leider würde es den Bauplanrahmen überschreiten, wollte man auf die vielen anderen Möglichkeiten für Endstufen eingehen, die einen Ausgangstrafo benutzen. Sie alle liegen jedenfalls im Aufwand über der Optimallösung mit dem 124 MBV, da man sich entsprechende Übertrager beschaffen oder gar wickeln müßte; für Gegentaktstufen werden außerdem Transistor-Pärchen benötigt.

3.2.2. Schalter

Der Schalter hat die Aufgabe, Ein- und Ausgang des NF-Verstärkers wahlweise mit folgenden Anlageteilen zu verbinden: mit Eigenlautsprecher, mit Nebenstellenlautsprecher, mit Telefonadapter und mit Empfängerteil. Außerdem soll er die Stromversorgung einschalten, wenn gesprochen oder gehört wird.

Auf Grund der Erfahrungen bei Entwicklung von „DIALOG" wurden Ein- und Ausgang jeweils 2polig geschaltet. Dadurch vermeidet man Verkopplungen über die Masseleitungen, die zur Selbsterregung des Verstärkers führen können. Dennoch sind kurze Leitungsführungen zu wählen, denn auf dem Schalteraggregat begegnen sich Eingang und Ausgang. Solange der Rundfunkteil nur für einen einzigen Bereich ausgelegt ist (Mittelwelle dürfte für ein solches Gerät am zweckmäßigsten sein), braucht der Schalter tatsächlich nur NF zu schalten. Bei mehreren Wellenbereichen könnte man zwar prinzipiell durch entsprechend viele Tasten auch die HF-Seite von hier aus schalten, doch ist bezüglich Leitungsführung und Gesamtaufbau dann ein getrennter Bereichsschalter zweckmäßiger.

Der NF-Schalter muß für reinen Wechselsprechbetrieb bei nur einer einzigen Nebenstelle 2 Tasten haben: für SPRECHEN und für HÖREN. Der Rundfunkteil erfordert eine 3. Taste; eine weitere Nebenstelle benötigt weitere 2 Tasten. Eine 6. Taste kann mit einem Telefonadapter oder einem „Babysitter" belegt werden. Für eine zusätzliche Erweiterung gibt es noch andere Möglichkeiten. Unter ihnen war im Bauplan „DIALOG" die eines 2. Tastenschalters beschrieben, und zwar für bis zu 8 Nebenstellen und 2 Überwachungsverbindungen, verwirklicht durch einen 10-Tastenschalter in Kombination mit dem 4-Tastenschalter der Anlage für 2 Nebenstellen.

Den meisten Anwendern genügt eine Anlage mit 2 Nebenstellen bzw. mit 1 Nebenstelle und 2 weiteren Abhör- oder Abrufmöglichkeiten. Das Mustergerät wurde mit einem 6-Tastenschalter ausgerüstet und bietet 2 Nebenstellenanschlüsse, Telefonverstärkung und Mittelwellenempfang. Bild 6 gibt die Schalterverdrahtung des MT 6 an. Die Anschlüsse korrespondieren mit Bild 4.

Auf einen besonderen Hauptstellenruf innerhalb der Tastatur wurde verzichtet; dieser läßt sich jedoch mit einem an passender Stelle montierten Druckknopf bei Bedarf nachrüsten.

Bild 7 gibt ein Beispiel dafür. Man wählt in diesem Fall beim Rufen zunächst die gewünschte Nebenstelle an (auf SPRECHEN schalten) und betätigt dann den Rufknopf. Dabei entsteht durch Rückkopplung im Verstärker ein Rufton, der im Nebenstellenlautsprecher hörbar wird. Falls man nur eine Nebenstelle benötigt, kann der Ruf auch über die freie Taste ausgelöst werden, wobei der Rufkreis zur Kontrolle zweckmäßig noch über den Hauptstellenlautsprecher läuft. Aus Platzmangel sei auf solche Lösungen nicht weiter eingegangen. Sie mögen als Anregung zu eigenem Entwurf dienen für den Fall, daß eine freie Taste zur Verfügung steht. Im allgemeinen dürfte es aber genügen, hauptstellenseitig einfach das Gespräch zu eröffnen, denn dieses kommt genügend laut an. Damit kann man die Programmierung nach Bild 6 als eine von vielen möglichen Varianten betrachten. Sie muß nicht unbedingt die beste sein. Das liegt an dem relativ großen Betriebsstrom der Anlage im reinen A-Betrieb. Im Interesse einer großen Lebensdauer sollten die Schalterkontakte möglichst nicht mit Strömen über 100 mA belastet werden. In der Praxis waren aber beim beschriebenen Gerät und bei Anlagen mit ähnlichen Daten keine störenden Effekte zu bemerken. Schließlich hat der Amateur auch oft aus Bauelementegründen gar nicht die Möglichkeit, alle der Industrie selbstverständlichen Forderungen einzuhalten. Das ist aber bei Verschleißfragen weniger kritisch, als wenn er auf Kosten seiner eigenen Sicherheit arbeitete – davor jedenfalls sei dringend gewarnt!

Der Schalter wurde nun nach folgenden grundsätzlichen Verknüpfungsregeln verdrahtet:

a – Jede Taste verbindet das Gerät gleichzeitig mit der Stromversorgung (im Fall eines Netzteils ebenfalls nur niederspannungsseitig; den dann nötigen Netztrafo schaltet man – gut isoliert – über einen Netzstecker an eine Steckdose für 220 V Wechselspannung. Ein zusätzlicher Schalter – ebenfalls gut isoliert – braucht praktisch nur morgens eingeschaltet zu werden, denn der Eigenverbrauch des Netzteils ist verschwindend klein. Auf keinen Fall Netzpotential an den Tastenschalter oder an die übrige Schaltung legen; auf Rückwand Hinweis: **„Vor Abnahme der Rückwand Netzstecker ziehen!"** Einen Netzteil sollten nur erfahrene Amateure benutzen).

b – Der Schalter stellt sicher, daß jeweils nur die gewünschte Verbindung zustande kommt, d. h., alle anderen Verbindungen sind solange aufgetrennt.

c – Im ausgeschalteten Zustand soll man die Hauptstelle von allen Nebenstellen aus rufen können – aber nur sie, nicht gleichzeitig die anderen.

d – Die Nebenstellen sollen sich im allgemeinen von der Hauptstelle nicht ohne Zustimmung abhören lassen. Diese Forderung wurde in der vorliegenden Variante teilweise durch die Nebenstelle erfüllt, also unabhängig vom Tastenschalter. Auch die Lösung für c liegt teilweise in den Nebenstellen (s. dort).

Entsprechend Bild 6 ergeben sich für die einzelnen Tasten folgende Funktionen:

Im ausgelösten Zustand liegen Haupt- und Nebenstellenlautsprecher parallel. Es kann sich also jede Nebenstelle in der Hauptstelle mit ihrem Rufton melden, dessen Übertragung zur anderen Nebenstelle durch die Polung der Nebenstellendioden verhindert wird.

Taste SPRECHEN 1 schaltet die Stromquelle an den Verstärker und legt den Hauptstellenlautsprecher als Mikrofon an den Verstärkereingang, während Nebenstelle 1 am Ausgang verbleibt. Die Leitung zu Nebenstelle 2 wird für die Gesprächsdauer unterbrochen. Gleichfalls unterbrochen sind damit die Verbindungen des Hauptstellenlautsprechers zum Ausgang. Es werden also jeweils eine AUS- und eine EIN-Taste zu einer Umschaltfunktion vereinigt.

Um ganz sicher zu sein, daß sich durch Fertigungstoleranzen im Schalter nicht vorübergehend Plus und Minus berühren (Minus ist ja der Punkt, an dem jeder Lautsprecher liegt, wenn man ihn an den Ausgang schaltet), wird der Pluspol der Batterie (Masse des Verstärkers) über einen Elko mit dem „kalten" Punkt des Eingangs verbunden.

Hat man von der Hauptstelle aus das Gespräch eingeleitet, so ist in der Nebenstelle lediglich die Diode der Hörsperre für die Gesprächsdauer zu überbrücken. Für die große Hauptstellen-

Hier abtrennen

amplitude hat diese Diode einen genügend kleinen Widerstand, so daß der Partner auf jeden Fall vom Gesprächsbeginn informiert wird. Um eine verzerrungsarme Wiedergabe zu erreichen und um die Möglichkeit zu haben, auch die kleinen Amplituden der Nebenstelle möglichst wenig geschwächt zur Hauptstelle gelangen zu lassen (sonst Hörsperrenfunktion), wird also die Diode überbrückt.
Die Umschaltung SPRECHEN/HÖREN geschieht in der Hauptstelle.
Taste HÖREN 1 legt dazu den Nebenstellenlautsprecher an den Verstärker. Gleichzeitig gelangt jetzt durch das Zurückspringen von Taste SPRECHEN 1 der Hauptstellenlautsprecher wieder an den Verstärkerausgang. Die Leitung zur Nebenstelle 2 wird auch von Taste HÖREN 1 unterbrochen. Im Wechsel der Tasten HÖREN und SPRECHEN wickelt sich das Gespräch ab. Analog verhält es sich, wenn über SPRECHEN 2 mit Nebenstelle 2 gesprochen wird. Die 2. Nebenstelle erfordert mit den Tasten der 1. korrespondierende Kontakte, die wechselweise mit schließen bzw. öffnen und dafür sorgen, daß der Lautsprecher nicht gleichzeitig an Ein- und Ausgang liegt.
Bei Gesprächsende legt der Nebenstellenbenutzer den Diodenschalter wieder auf HÖR-SPERRE.
Beim Betätigen der Taste RUNDFUNK wird das vom Empfängerteil gelieferte NF-Signal in die 2. Stufe des Vorverstärkers eingespeist. Vor diesem Punkt ist auch die Lautstärke über ein vom Sprechteil getrenntes Potentiometer einzustellen. Das verstärkte Rundfunksignal liegt infolge der übrigen Schalterverdrahtung zunächst auch an allen Nebenstellen. Naturgemäß ist bei diesem Parallelbetrieb die Lautstärke in jedem der Lautsprecher geringer als bei einem allein, denn die Leistung teilt sich auf. Außerdem wird aber bei großer Aussteuerung bzw. thermischer Arbeitspunktverlagerung jetzt die Belastung des Endstufentransistors größer, so daß die in Bild 14 (s. u.) vorgeschlagene Kühlfläche ihre Berechtigung erhält (für Drosselbetrieb braucht man sie ohnehin). Bei kleinen Leitungswiderständen empfiehlt sich jetzt in der „eisenlosen" Variante ein Widerstand von etwa 1 Ω vom Endstufentransistor nach Plus. Soll nur in der Hauptstelle gehört werden, dann drückt man außer der Rundfunktaste noch eine der Hörtasten, denn diese trennen – jede die der anderen – die Nebenstellen ab. Da außerdem ein Öffnungskontakt der Rundfunktaste die Verbindungen zum Eingang unterbricht, genügt diese eine zusätzliche Taste, damit die Hauptstelle ungestört Rundfunk hören kann. Aber auch in diesem Fall soll sich (wie im ausgeschalteten Zustand) jede Nebenstelle mit dem ihr charakteristischen Rufton (oder kodiert durch ein vereinbartes Zeichen) melden können. Daher ist eine Möglichkeit zum Einkoppeln des Rufsignals vorzusehen. Diese Maßnahme darf aber nicht zu Rückkopplungserscheinungen im Verstärker führen, wenn z. B. die Nebenstellen mit am Ausgang liegen. Dieses Problem läßt sich relativ einfach lösen, wenn man genügend viele Schalterkontakte zur Verfügung hat, die dann in Stellung RUNDFUNK wirksam werden, je nachdem, ob die Nebenstellen unterbrochen sind oder mithören.
Am einfachsten koppelt man das mögliche Nebenstellenrufsignal in den Rundfunkteil ein, der ja nur bei gedrückter Rundfunktaste angeschlossen ist, und schaltet es erst mit dem zusätzlichen Hörtastenkontakt ein, wenn die Nebenstellen durch sie abgetrennt werden. Ein Neumann-Tastenschalter ist aber bereits voll belegt. Daher werden diese und auch die folgende Lösung nur kurz umrissen. Falls also keine mehrkontaktigen Exemplare (wie die neueren Tastenschaltertypen) zur Verfügung stehen, bleibt nur eine als „Rufleitung" wirksame 3. Ader in der Leitung zur Nebenstelle, die sonst lediglich 2adrig ist. Über diese Ader würde man dann stets direkt das Rufsignal an den Hauptstellenlautsprecher führen können, denn dieser liegt ja 1polig auf jeden Fall irgendwo „kalt" (über Elko an Masse oder an Minus). Diese Lösung bietet sich auch besonders für den Fall an, daß nur in die Nebenstelle „überspielt" werden soll, während die Hauptstelle ruhig bleibt. Zu diesem Zweck wird neben der Rundfunktaste die Sprechtaste der betreffenden Nebenstelle gedrückt. Vorher muß aber die Lautstärke dem Lautsprecher dadurch angepaßt werden, daß man sie in der Hauptstelle zunächst kontrolliert.

Dieses Verfahren eignet sich auch dazu, ein Telefongespräch (Taste TELEFON) zu einer Nebenstelle zu übertragen, wenn dabei die eigene Lautsprecherwiedergabe stört. Im übrigen wird Taste TELEFON wie Taste RUNDFUNK behandelt. Am Eingang liegt dann eine flache Fangspule aus 2 Wicklungen Kupferlackdraht (0,1 bis 0,2 mm), je etwa 500 bis 1000 Wdg., mit Spulenaußendurchmesser je etwa 20 mm. Beide Spulen sind nebeneinander anzuordnen und gegeneinanderzuschalten. Damit werden Fremdfelder unterdrückt, während man das Telefonstreufeld nur von einer der Spulen aufnehmen läßt. Die Einkopplung dieses Signals geschieht am besten in die 1. Stufe (vgl. Bild 6). Dadurch ist es möglich, statt des Telefons auch eine Hörverbindung anzuschließen, deren Geräusche sich wahlweise in der Hauptstelle oder auch nur in einer Nebenstelle abhören lassen (z. B. Kinderzimmerüberwachung). Die Hauptstelle hat in diesen Fällen Vermittlungsfunktion, kann jedoch gleichzeitig mithören.

3.2.3. Nebenstellen

Im Zustand der Betriebsbereitschaft ist der Hauptstellenlautsprecher über die 2adrigen Verbindungsleitungen mit den Nebenstelleneingängen verbunden. An diesen Buchsen liegen im Ruhezustand auch deren Lautsprecher. Die Nebenstelle kann also angesprochen werden, doch könnte man sie – mit ihrem Lautsprecher als Mikrofon – von der Hauptstelle aus unbemerkt „belauschen" (Taste HÖREN). Das ist mindestens unfair, wenn nicht unzulässig. Eine einfache Lösung des Problems (teilweise im Vorgriff unter 3.2.2. schon erwähnt) bietet ein billiger Germaniumgleichrichter für 0,1 A (Reihe GY 099 o. ä.) in Verbindung mit einem ohmschen Widerstand von etwa 47 bis 180 Ω (mögliche Höchstgröße ausprobieren).
Bezüglich Sicherheit der Hörsperre gegen Eingriffe sollte er in der Nebenstelle liegen (parallel zu ihren Buchsen), aus einem anderen Grund (Störsignalunterdrückung, s. o.) wünscht man ihn sich am Hauptstelleneingang. Infolge des niederohmigen Mikrofonlautsprecher-Quellenwiderstands bleibt die Spannungsteilung für das Nutzsignal bei überbrückter Diode und Leitungswiderständen genügend weit unterhalb des Wertes der Schwingspulenimpedanz in erträglichen Grenzen.
Will man mit der beschriebenen Hörsperrenschaltung gegenüber einem Eingriff in der Hauptstelle ganz sicher gehen, so muß auf beiden Seiten mit dem dann nötigen Wert abgeschlossen werden (Größenordnung um 100 Ω; vgl. Bild 8). Die Abhörsperre beruht nun darauf, daß die Diodenkennlinie bei kleinen Amplituden (wie sie der als Mikrofon benutzte Lautsprecher liefert) einen hohen Widerstand hat (mehrere Kiloohm), daß bei hohen Amplituden (Ruf von der Hauptstelle her) aber nur noch einige 100 mV an ihr verbleiben, so daß im Lautsprecher ein zwar unschöner, aber wirksamer Ton erklingt. Die Rufschaltung stellt sicher, daß man den Rufton zur Kontrolle in der Nebenstelle selbst mithört. Für die Dauer des nun folgenden Gesprächs wird die Diode einfach mit einem Schalter überbrückt.
Will dagegen die Nebenstelle rufen, so brauchte die Diode prinzipiell nicht vorhanden zu sein. Ab 2 Nebenstellen hat sie aber wieder ihre Berechtigung (vgl. Bild 9). Der Ruf würde auch von der 2. Nebenstelle gehört, die im Ruhezustand ebenfalls am Hauptstelleneingang liegt. Haben aber beide Nebenstellen eine Abhörsperre und liegen die Dioden bezüglich des Hauptstelleneingangs in der gleichen Richtung (z. B. „auf diesen zulaufend" bei gleicher Leitungsader), so sperrt jeweils die Diode der Nebenstelle den Ruf der anderen. Durch die Polung der 1. Diode entsteht nämlich ein Puls von einer Polarität, die der Sperrichtung der 2. Diode entspricht (s. Bild 9). Im umgekehrten Fall, also bei falscher Polung, hört die 2. Stelle den Ruf mit.
Daher richtige Anschlußlage erproben und an Steckern und Buchsen markieren!
Das gilt auch für die Lage des Generatorausgangs bezüglich der Diode (ausprobieren, größte Lautstärke feststellen). Der Generator der Nebenstelle wurde aus DIALOG übernommen, denn er hat sich dort gut bewährt. Sein Schaltbild ist in der Nebenstellenschaltung enthalten (Bild 10). Man erkennt, daß der RUF-Schalter den Generatorausgang nur für Dauer des Rufes in den

Kreis Hauptstellenlautsprecher – Abhörsperre – Nebenstellenlautsprecher einfügt. Zu diesem Zweck wurde für ihn ein 1poliger Lanco-Umschalter gewählt. Komfortabler wird die Nebenstelle mit einem Tastenschalter. Dessen einfache Beschaltung läßt sich leicht aus Bild 10 ableiten. Dafür kann man also ein älteres Modell benutzen, das nur wenige Kontakte trägt.
Wird in der Nebenstelle eine individuelle Lautstärkeeinstellung gewünscht, so geschieht das unter Einbuße an Gesamtleistung mit einem 50-Ω- oder 100-Ω-Potentiometer in einer Schaltung nach Bild 11. Die Laständerung für die Endstufe bleibt in den zulässigen Grenzen.
Diese Schaltung sollte man nur bei Rundfunkwiedergabe einsetzen (daher der Schalter), sonst sinkt auch die Mikrofonspannung.

3.3. Empfänger

Prinzipiell kann man den Aufwand für diesen Anlagenteil beliebig hochtreiben. Als stationäres Gerät und in dieser Schalterstellung sinnvoll aus dem Netz betrieben, ist aber der Anschluß einer einfachen Antenne möglich, so daß die Empfindlichkeit des HF-Teils nicht so hoch sein muß wie bei einem reinen Ferritstabgerät. Außerdem wird das Gerät einsatzgemäß doch stets nur die Rolle eines Zweitempfängers spielen, den man vorwiegend für „Hintergrundmusik" und zum Empfang für Informationen des Ortssenders benutzt (wozu wiederum die eingebaute Ferritantenne ausreichen sollte).
Mit Rücksicht auf die Tatsache, daß sich aus dem „Amateur-Elektronik"-Programm des VEB Meßelektronik z. Z. genügend Bausätze im Handel befinden, wählt man für den Empfangsteil den Audionbaustein EBS 2–1 (Bild 12), der im Muster zur weiteren Verbesserung der Empfangsergebnisse mit einem großen Ferritstab (Durchmesser 10 × 200) versehen wurde. (Dieser Baustein erfüllt den vorgesehenen Zweck so gut, daß man ihn im Mustergerät wahrscheinlich nicht durch einen Superhetteil ablösen wird, obwohl das natürlich prinzipiell möglich ist; z. B. mit einer bis zum Demodulator ausgeführten Schaltung, ggf. auf einer Taschenempfängerleiterplatte, die man dann einfach im Gerät mit einbaut. Auch die Verwendung steckbarer Super-Bausteine, wie sie z. B. 1967 vom Autor im FUNKAMATEUR vorgestellt wurden, ist möglich.)
Im allgemeinen wird man am Ausgang des Rundfunkteils ein Lautstärkepotentiometer anbringen. Im Interesse einer relativ kleinen Zahl von Bedienelementen ist das Audion nur mit einem Rückkopplungspotentiometer versehen. Es übernimmt bei stärkeren Stationen gleichzeitig die Einstellung der gewünschten Lautstärke.
Neben dem großen Ferritstab garantiert auch der Luftdrehkondensator des Mustergeräts gute Empfindlichkeit. Es fand der von „T 100", „Stern 102" und ähnlichen Geräten her bekannte Typ Verwendung.
Da auf der RUNDFUNK-Taste ein freier Einschaltkontakt übrigbleibt, kann dort die Audionspannung geschaltet werden (Minusseite).
Andernfalls läuft das Audion immer mit, auch wenn es nicht benutzt wird (der Strombedarf ist allerdings unerheblich). Daher in diesem Fall Rückkopplung stets nach Gebrauch genügend weit zurücknehmen, sonst kann es andere Empfänger stören!
Die Betriebsspannung des Audions muß sorgfältig von der Batterie entkoppelt werden, sonst besteht niederfrequent Selbsterregungsgefahr. Damit erklärt sich das große Siebglied an dieser Stelle.

3.4. Stromversorgung

Für größenordnungsmäßig 50 bis 80 Betriebsstunden (wenn nicht ständig mit größter Lautstärke gesprochen wird) reicht 1 Satz aus 3 Monozellen. Das dürfte dem Amateur im allgemeinen genügen. Dem bereits mit den Gefahren des 220-V-Lichtnetzes vertrauten Fortgeschrittenen sei ein einfacher Netzteil empfohlen, der mit größtmöglicher Sicherheit mit einem gekapselten Klingeltrafo aufgebaut werden kann (dessen Magnetfeld aber stark streut!). Im Mustergerät fand

ein M-42-Heiztrafo für 6,3 V Verwendung, dessen 220-V-Klemmen nach dem Gerät und nach außen hin gut isoliert sind. Wer die Regeln dafür nicht genau kennt, informiere sich im individuellen Fall beim Fachmann oder im nächsten Radioklub der GST. Nochmals sei betont, daß das Trafostreufeld durch günstige Anordnung des Trafos von Lautsprecher, Ferritstab und Tastenschalter ferngehalten werden muß.
Niederspannungsseitig werden etwa 150 m A benötigt, die man mit Hilfe einer Graetz-Gleichrichterschaltung aus z. B. 4 × GY 110 oder 4 × SY 100 gewinnt. Auf die Gleichrichtung folgt ein Ladekondensator von 500 µF/15 V und ein als Siebdrossel eingesetzter Transistor (etwa vom Basteltyp LA 4), der bei Zimmertemperatur nicht unbedingt eine Kühlfläche braucht, wenn man die Daten gemäß Bild 13 einhält. Er ist als sogenannter Emitterfolger geschaltet, d. h., der Verbraucher (das Gerät) liegt in seinem Emitterkreis. Über einen Spannungsteiler wird sein Basispotential so eingestellt, daß am Ausgang bei angeschlossenem Gerät (Stromaufnahme 150 mA) etwa 4,2 V erscheinen. In diesem Bereich bleibt für den Transistor noch genügend Kollektor-Emitter-Spannung. Der Fortgeschrittene erkennt, wenn er im Transistorkatalog das I_C/U_{CE}-Kennlinienfeld zu Rate zieht, daß der große Elko an der Basis deren Potential gegenüber der auftretenden Brummwechselspannung „festhält", so daß der Kollektorstrom (und entsprechend die Ausgangsspannung am Lastwiderstand) unter den genannten Betriebsbedingungen nur sehr wenig „Brumm"-Anteil enthält. Diese Transistorsiebdrossel ist für den vorliegenden Zweck gut geeignet, da reiner A-Betrieb konstanten Verbraucherstrom (überlagert von den Tonfrequenzströmen) bedeutet.
Es empfiehlt sich demnach, die Umschaltung auf diese Betriebsart bei Verwendung der Siebdrossel vorzunehmen (Regelstufe wird dann überflüssig). In Konsequenz dieser Tatsache benötigt man also bei ständigem Netzbetrieb überhaupt keine Regelstufe.

4. Praktischer Aufbau

Wichtigster Teil der Anlage ist der Tastenschalter. Erst durch ihn läßt sich der Verstärker mit den verschiedenen Aufnahme- und Ausgabegliedern sinnvoll koppeln. Der Verstärkeraufwand folgt aus dem kleinsten Nutzpegel, den die (Mikrofon-)Lautsprecher abgeben, und aus dem Leistungsbedarf für die Wiedergabe. Es zeigte sich, daß flächenmäßig Tastenschalter und Verstärker etwa gleich groß gehalten werden können. Zusammen mit Batterie oder Netzteil bilden sie den funktionellen Grundstock der Anlage, ergänzt durch den Empfängerteil mit Skala und Rückkopplungs- bzw. Lautstärkepotentiometer. Schließlich sind noch die Anschlüsse nach außen zu nennen. Dieser Grundstock kann prinzipiell relativ freizügig montiert werden, je nach gegebenem Gehäuse (vgl. dazu die Ausführungen weiter vorn). Als rationelle Aufbaulösung bieten sich einige Teile des Reißmann-Baukastensystems an, zu einem flachen Gestell zusammengefügt, das in die meisten gegenwärtig gängigen Flachgehäusetypen paßt. Eine Lautsprecherbefestigung ist dort wohl immer vorgesehen, und es genügt dann, das Gestell an passender Stelle anzuschrauben. Je nach Gehäuseausführung muß allerdings die Gestaltung der Vorderfläche dem Aufbau angepaßt werden (oder umgekehrt).
Diese Entscheidung jedoch muß vom Leser getroffen werden, der auf ein geeignetes Gehäuse des örtlichen Angebots angewiesen ist. Der Verfasser benutzte das Kunststoffgehäuse eines „Varna" (VEB Stern-Radio Sonneberg), mit einer neuen Vorderwand versehen, die durch den 6tastigen Schalter erforderlich wurde. Als äußerst praktische Anschlüsse für die Eingänge und den Eigenlautsprecher erwiesen sich Lüsterklemmenstreifen (die Fotos zeigen den Einsatz).

4.1. Verstärker und Batterie

Für den gesamten Verstärkerteil kann man eine Loch- oder Leiterplatte verwenden, die nach den üblichen Regeln des kürzesten Signalwegs zu gestalten ist. Außerdem – und das gilt in

jedem Aufbaufall – ist die als Masse dienende Plusleitung von Endstufe und Vorstufen einzeln zum positiven Schalteranschluß zu führen sowie an diesem Punkt mit dem positiven Anschluß des Siebelkos (der zwischen Plus und Minus liegt) zu verbinden. Ungünstige Leitungsführung bewirkt infolge des großen Endstufenstroms (moduliert vom Ausgangswechselstrom) Verkopplungen mit den Vorstufen und damit Selbsterregungsgefahr.

Wegen der vielseitigen Kombiniermöglichkeit und wegen des Einsatzes von Teilen, die bei vielen Bauplanlesern bereits vorhanden sein dürften, wurde der Verstärker aus Baugruppen zusammengesetzt. Das bot sich auch an, da der Rundfunkteil ebenfalls eine steckbare Einheit (EBS 2–1) enthält. Von den Baugruppen des „Amateur-Elektronik"-Programms konnten verwendet werden: KUV 1, 2NV 1 und KRS 1. Neu zu entwickeln waren die Endstufe, die die Bezeichnung AES 2 erhielt, und die Regelstufe mit dem Kurzzeichen RV 1. Zur Komplettierung des Aufbaus fand auch das Eingangsdämpfungs- und Korrekturglied DKG 1 auf einer Leiterplatte mit den Abmessungen 20 mm × 25 mm Platz. Man kann dessen Bauelemente aber auch mit auf dem Tastenschalter unterbringen.

Die Regelstufe andererseits entfällt bei ständigem Netzbetrieb oder bei einem Einsatz der Anlage von weniger als 50 Betriebsstunden im Monat (denn dann muß bei Einsparung des Netzteils der Satz Monozellen höchstens alle 4 Wochen erneuert werden).

Die AES 2 kann man auf einer Leiterplatte (25 mm × 40 mm) unterbringen. Das bedeutet gewisse Einschränkungen hinsichtlich Betriebstemperatur bzw. möglicher Verlustleistung. Der Aufbau erlaubt eine wirksame Kühlfläche von etwa 12 cm², wenn man nach Bild 14 verfährt.

Setzt man voraus, daß die Baugruppe in keiner höheren Umgebungstemperatur als etwa 40 °C betrieben wird, so genügt das nach bisherigen Erfahrungen völlig. Abzuraten ist bei solcher Umgebungstemperatur lediglich von Dauerbetrieb aller Lautsprecher gleichzeitig (Rundfunk in Hauptstelle und Nebenstellen), oder es ist ein Emitterwiderstand von wenigstens 1 Ω erforderlich. Dadurch verringert sich jedoch die mögliche Ausgangsleistung.

Die Leiterplattengestaltung der nach dem Vorbild von „Amateur-Elektronik" steckbaren Baugruppe geht aus Bild 15 hervor.

Bild 16 gibt die Schaltung wieder. Man erkennt den Widerstand für den Betrieb als reine A-Stufe ohne Regelung. Er wird also bei dieser Betriebsart im vorliegenden Fall über einen weiteren Widerstand mit dem Minuspol der Batterie verbunden (vgl. Bild 4, Stellung FEST). Das ist für die Gesamtschaltung günstiger. Sein genauer Wert muß bei anderweitigem Einsatz der Baugruppe durch eine Kollektorstrommessung bei Belastung mit einem einzigen Lautsprecher festgelegt werden (I_C zwischen 100 mA und 150 mA).

Die Verknüpfung des AES 2 mit den übrigen Baugruppen (zur Information geben die Bilder 17 bis 20 die entsprechende Schaltung und Bestückung wieder) geht bereits aus Gesamtschaltung und Schalterverdrahtung hervor (s. o.). Bild 21 ergänzt die Darstellung durch die Baugruppenblockschaltung. Außer den beiden M3-Löchern (Bild 15) liegen alle angedeuteten Bohrungen im 2,5-mm-Raster und haben (bis auf die Potentiometeranschlüsse – Bild 18 – mit 1,3 mm Durchmesser) 1 mm Durchmesser. Man kann mit Leiter- oder Lochplatte arbeiten. Die Preise der im Handel erhältlichen Baugruppen gehen aus den Bildern hervor.

Da – wie eingangs festgestellt – dieser Bauplan leider nicht auf ein einziges Gehäuse festgelegt und dem Leser damit Denkarbeit beim Aufbau erspart werden kann, tragen die folgenden Ausführungen „Leitliniencharakter". Man beachte besonders die Fotos! Die Verdrahtung der Baugruppen dürfte aus Bild 21 deutlich geworden sein (sie zu zeichnen ist bezüglich Deutlichkeit ein wenig sinnvolles Unternehmen), während die Anordnung der Federleisten in Bild 22 (Blick auf den Träger des Verstärkerteils) noch in der ursprünglichen Reihenfolge des Versuchsbaus vorliegt. KUV-1- und 2NV-1-Leiste sind daher zu vertauschen. Die Leisten lassen sich infolge ihrer Federbilder eindeutig unterscheiden.

Als Träger dienten 3 Streifen kupferkaschierten Hartpapiers, die gleichzeitig als Masseleitungen Verwendung fanden. Sie wurden von 2 Stützplatten aus gleichem Material aufgefangen, durch Kantenlötung verbunden und in den Chassisrahmen eingeschraubt. Die Schrauben sind gleichzeitig Verbindungsstellen für die Masse.

Der Verstärkerzug beginnt (s. Bild 22) links oben mit dem DKG 1, setzt sich (nach Vertauschen beider) mit KUV 1 und 2NV 1 fort und endet unten zunächst im KRS 1, das (da selten gebraucht) von der Geräterückseite aus bedient wird. Der 2. Streifen fängt oben an mit dem RV 1 (er entfällt bei reinem A-Betrieb) und endet mit der AES 2. Rechts neben dem Verstärker befinden sich die Lüsterklemmen für die Leitungen zu den Nebenstellen und zur Telefonspule, links wurde mit Hilfe von 2 bemusterten Streifen kupferkaschierten Schichtpreßstoffs eine Batteriewanne geschaffen. In ihr liegen 3 Monozellen, minusseitig über Bronzefedern kontaktiert (Kontaktfedern je nach örtlichem Angebot wählen); die Pluskontakte drücken unmittelbar gegen die Kupferfolie der Gegenplatte. Die Streifenbemusterung geschieht nach Bild 23; „Steigdrähte" verbinden jeweils eine Plusfläche mit der schräg gegenüberliegenden nächsten Minusfläche. Vor dem Festschrauben der Streifen um die Schraubenlöcher Folie genügend weit entfernen (sonst Kurzschlußgefahr!), Schrauben so legen, daß auch die Monozellen sie nicht leitend berühren können!

4.2. Gesamter Einschub

Nehmen Batterie und Verstärker den hinteren Teil des aus ER-10-Teilen (Fa. Reißmann, Dresden) montierten Rahmens ein (die Rahmenteile lassen sich aus Bild 24 erkennen), so ist der vordere dem Tastenschalter sowie dem Empfängerteil (Steckbaugruppe, Ferritstab, Drehko mit Skalenbetrieb, Rückkopplungspotentiometer) vorbehalten. Bild 25 vermittelt davon einen Eindruck. (Man bedenke bezüglich der „Schönheit" stets, daß es sich noch um den Zustand des ⟨allerdings bereits voll funktionsfähigen⟩ Versuchsaufbaus handelt! Ästhetik muß der Leser beim Nachbau selbst hineinlegen!)

Aus Bild 26 ist ersichtlich, wie das Problem von Skalenbetrieb und Potentiometer gelöst wurde: Ein Z-Winkel (im Muster aus 2-mm-PVC; es kann aber auch 1-mm-Alublech sein) erhält die erforderlichen Bohrungen und trägt das Potentiometer mit 50 mm Achslänge (es paßt sogar noch Größe 4, wenn man – wie im Bild – kein kleineres hat!). Ein weiteres, defektes Potentiometer gleicher Achslänge (höchstens Größe 3) wird geöffnet (Lappen hochbiegen); dann entfernt man den Anschlag und baut alles wieder zusammen. Es dient nun als Seiltrieb und findet, von vorn gesehen, rechts neben dem Rückkopplungspotentiometer Platz.

Das Z-Stück wird über ein abgesägtes Reißmann-Winkelschienenstück (der halbierte Rest dient an anderer Stelle als Tastenschalterbefestigung) mit dem Querträger des Rahmens verschraubt. Das Winkelstück hält auch den Drehkondensator. Sein Seilrad besteht aus dem Weißblechdeckel einer „Im-Nu"-Kaffeebüchse, gemäß Bild 27 mit einem angelöteten 2. Rand aus 1-mm-Kupferdraht versehen. Das Loch für die Drehkoschraube muß sich genau in der Mitte befinden. Das Rad bietet eine vorteilhaft breite Seilrinne. Die Seilenden werden durch eine Bohrung nach innen geführt und straff an einem dort angelöteten Drahtbügel verknotet. Eine Spannfeder ist unnötig, Dederon-Angelschnur als Seil läßt sich ausreichend straffen.

Bild 28 skizziert die zweckmäßige Seilführung. Größere Zeigerlängen erreicht man mit anderen Deckeln. Alle übrigen Einzelheiten dürften aus den Fotos zu erkennen sein. Die für die Umlenkrollen angebrachten Schrauben können gleichzeitig zur Befestigung eines Skalenblatts dienen, dessen „Feingestaltung" dem Leser überlassen bleibt. Die Frontplatte sollte eine relativ schmale, langgestreckte Öffnung erhalten. Der Skalenzeiger besteht aus 1 mm dickem Schaltdraht mit farbiger Isolierung, um dessen gewelltes, gewinkeltes Ende das Seil in der aus den Bildern erkennbaren Weise geschlungen wird. Die Höhe der Umlenkrollen richtet sich nach der Gehäuseausführung; eventuell (bei tieferer Lage) braucht man eine 3. Rolle rechts unten.

4.3. Nebenstelle

Die Nebenstelle kann noch freizügiger gestaltet werden als die Hauptstelle. Man benötigt nur ein für den Lautsprecher geeignetes Gehäuse; darin montiert man in einer Ecke den Rufgenerator und zwischen 2 Halteklötzen eine 4,5-V-Flachbatterie sowie frontseitig die Schalter für HÖRSPERRE und RUF, gegebenenfalls außerdem das Lautstärkepotentiometer. Bild 29 zeigt die Steckbaugruppe Rufgenerator RG 1-1 (ebenfalls „Amateur-Elektronik"-Programm); die Schaltung mit den Bauelementedaten vermittelte bereits Bild 10.
Werden in den Nebenstellen Lautsprecher geringerer Impedanz und kleineren Gleichstromwiderstands benutzt, so ist nach den weiter vorn gegebenen Hinweisen zu verfahren, oder man legt (unter Einbuße an – aber im allgemeinen immer noch genügender – Lautstärke) einen Vorwiderstand zur Ergänzung auf 10 Ω bis 12 Ω Gleichstromwiderstand in Serie zum Lautsprecher. In diesem Fall läßt sich auch die Lösung mit Lautstärkepotentiometer sinnvoll variieren.

4.4. Einige Bauhinweise

Die Membranfläche des Lautsprechers muß bei Eigenbaugehäusen vor Beschädigung geschützt werden. Die Schallöffnung der Vorderwand (mindestens 5 mm dickes Holz oder Hartpapier) ist also abzudecken. Dazu wird eine schalldurchlässige Stoffbespannung benutzt (Beispiel s. Bild 30), aber auch, wo erhältlich, eine Streckmetallblende. Schließlich kann man (wie bei kleineren Geräten üblich) die Vorderwand vor der Lautsprecherfläche durch einen Raster aus Bohrungen mit 4-mm- bis 5-mm-Bohrer öffnen.

5. Einzelteile, Bezugsquellen und Kosteneinschätzung

Da das Mustergerät aus Baugruppen zusammengesetzt wurde, soll eine Aufstellung dieser und der wichtigsten übrigen Teile genügen (vgl. Bild 12, 19 und 20).
Die Reißmann-Einzelteile gehen aus den Fotos hervor. Falls man vom Bauelement aus baut, gilt die Gesamtschaltung nach Bild 4.
Unter diesen Gegebenheiten (Basteltransistoren vorausgesetzt, mittlere Stromverstärkungen, d. h. etwa 40 bis 70) kann man die Hauptstelle im einfachsten Fall, also ohne Netzteil und Regelstufe, für weniger als 50,– M aufbauen; für eine Nebenstelle rechne man mit etwa 20,– M (lautsprecherabhängig). Gehäuse wurden ausgeklammert. Die Regelstufe kostet unter gleichen Voraussetzungen etwa 5,– M, für den Netzteil sind je nach Trafo um 20,– M zu rechnen. Man kommt also bei günstigem Einkauf für die Anlage mit Netzteil, Regelstufe und 2 Nebenstellen, einschließlich der Reißmann-Teile, aber ohne Gehäuse gerechnet, auf etwa 125,– M; mit einer einzigen Nebenstelle, ohne Regelstufe und nur mit Batteriebetrieb, läßt sich schon für ungefähr 80,– M eine Wechselsprechanlage mit Rundfunkteil (wieder ohne Gehäuse berechnet) aufbauen. Die Baugruppenlösung erscheint zunächst wesentlich teurer (überschlagsmäßig 120,– M für die eben eingeschätzte Variante), doch wird von dieser Lösung ja zunächst auch der Leserkreis angesprochen, der diese Baugruppen bereits besitzt. Im übrigen baut man also entsprechend Bild 4 auf einer gemeinsamen Leiterplatte zunächst den Verstärker. Aber auch für diese Lösung empfiehlt sich als rationelle Rundfunkvariante der Bausatz EBS 2-1, den man in Abweichung vom Mustergerät zeitsparend mit dem im Satz enthaltenen, fertig bewickelten Ferritstab einsetzt. Auf Grund des günstigen Preises (16,90 M) erscheint der Bausatz für den vorliegenden Zweck besonders geeignet.
Während man den 124 MBV im örtlichen Angebot finden kann, wo auch die Bausätze des „Amateur-Elektronik"-Programms erhältlich sind, bezieht man Bauelemente der im Plan verwendeten Art am besten vom Versandhandel, z. B. vom RFT-Industrievertrieb, Fachfiliale „Funkamateur", Dresden (dieses Geschäft führt auch Reißmann-Teile). Außerdem hat der RFT-Industrievertrieb inzwischen ein weitverzweigtes Netz zur Amateurversorgung aufgebaut, u. a. Verkaufsstellen in fast allen Bezirkshauptstädten.

6. Literatur

Grundlagen der Transistortechnik und des Umgangs mit Halbleiterbauelementen findet man in
Fischer: Transistortechnik für den Funkamateur, 4. Aufl., Deutscher Militärverlag, Berlin 1968,
Schlenzig: Prüfgeräte für Transistoren und Dioden, Originalbauplan Nr. 4, Deutscher Militärverlag, Berlin 1965.

Den Vorläufer der vorgestellten Anlage beschrieb
Schlenzig: Mehrzweck-Wechselsprechanlage „DIALOG", Originalbauplan Nr. 2, Deutscher Militärverlag, Berlin 1964.

Der Aufbau eines Audionempfängers wurde behandelt in
Schlenzig: Transistor-Taschenempfänger „START", Originalbauplan Nr. 1, Nachauflage 1965.

Ein AM-Taschensuper ist beschrieben in
Schlenzig: Transistortaschensuper „JUNIOR", Originalbauplan Nr. 6, Berlin 1966, sowie in Heft 12, Reihe „Der junge Funker", Berlin 1968.

Die Beschreibung eines UKW-Taschensupers folgt in Originalbauplan Nr. 11, 1969.

Die Probleme von A-Endstufen mit gleitendem Arbeitspunkt sind erläutert in
Huneck: Die Dimensionierung von Eintakt-A-Endstufen mit Transistoren, Teil 2, „radio und fernsehen", **10** (1961), H. 6, S. 177–181.

Redaktionsschluß: 10. 4. 1968
1.–20. Tausend · Deutscher Militärverlag 1968 · Lizenz-Nr. 5 · Lektor: Sonja Topolov · Zeichnungen: Erich Böhm
Fotos: Klaus Schlenzig · Vorauskorrektor: Ingeborg Kern · Korrektor: Johanna Pulpit · Typografie: Günter Hennersdorf · Hersteller: Werner Briege · Gesamtherstellung: Sachsendruck Plauen

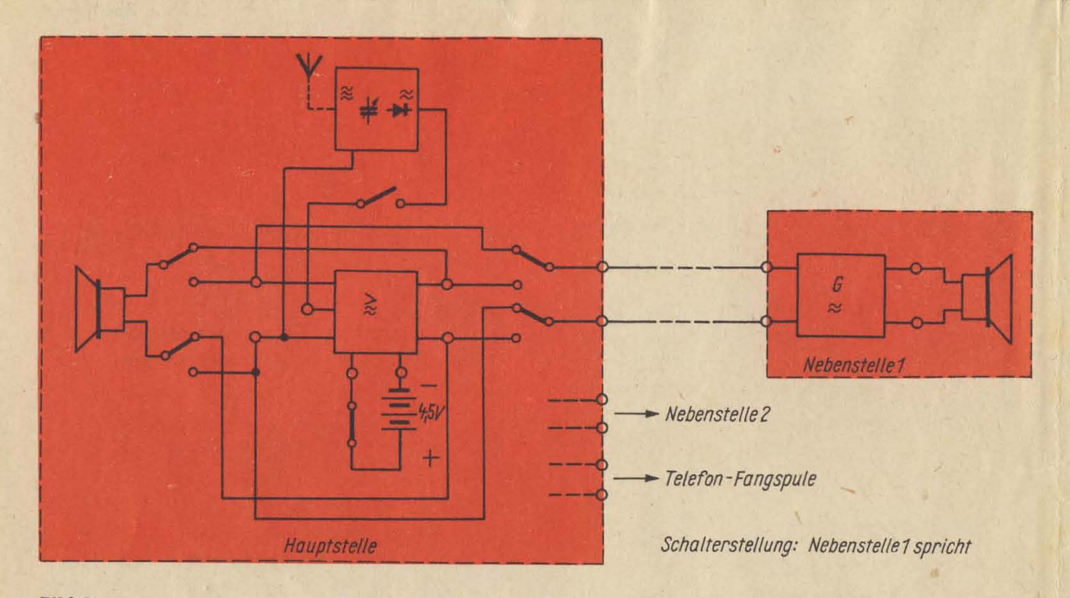
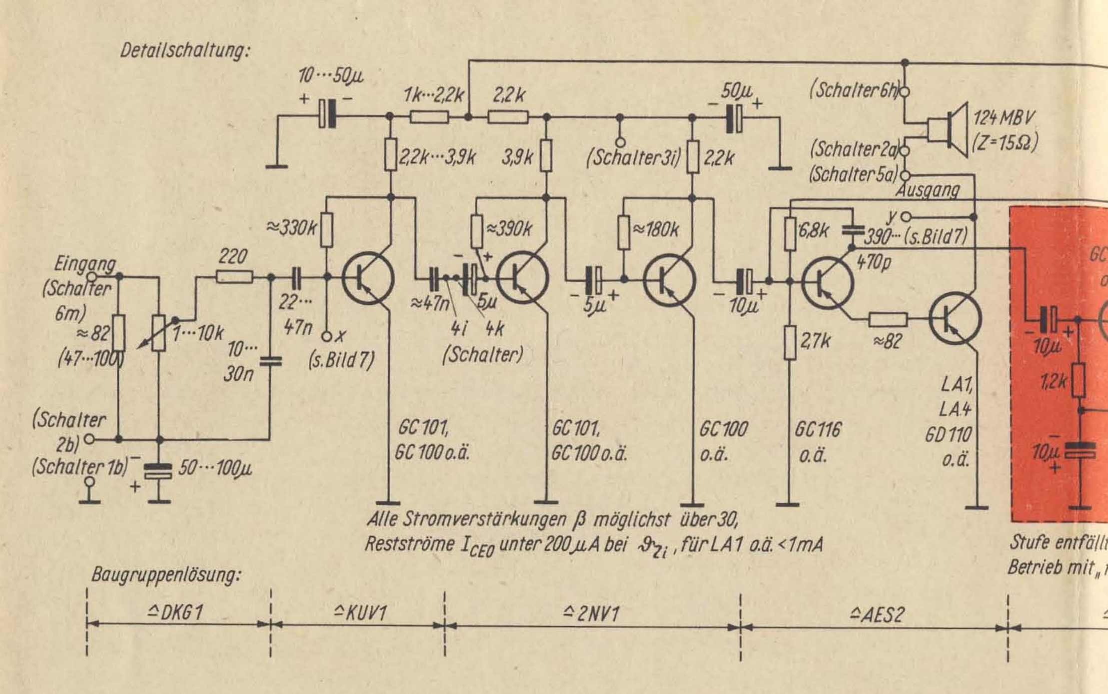


Bild 3
Prinzipschaltung
von „DIALOG-KOMBI"



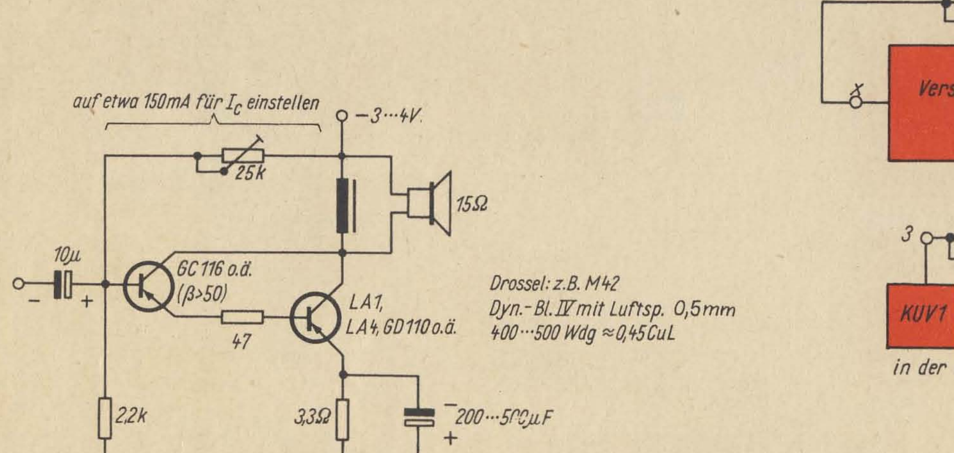


Bild 5
Ausgangsschaltung für
(im Idealfall) gleichstromfreien
Lautsprecher

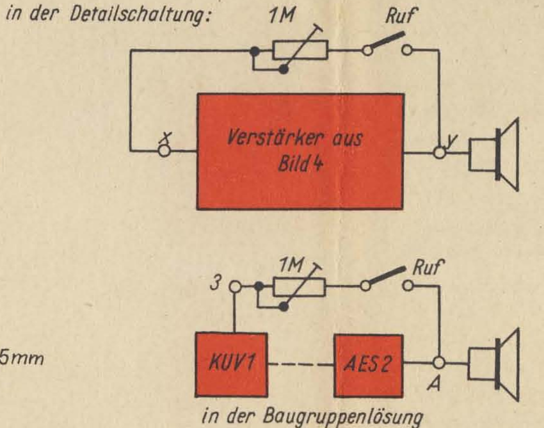
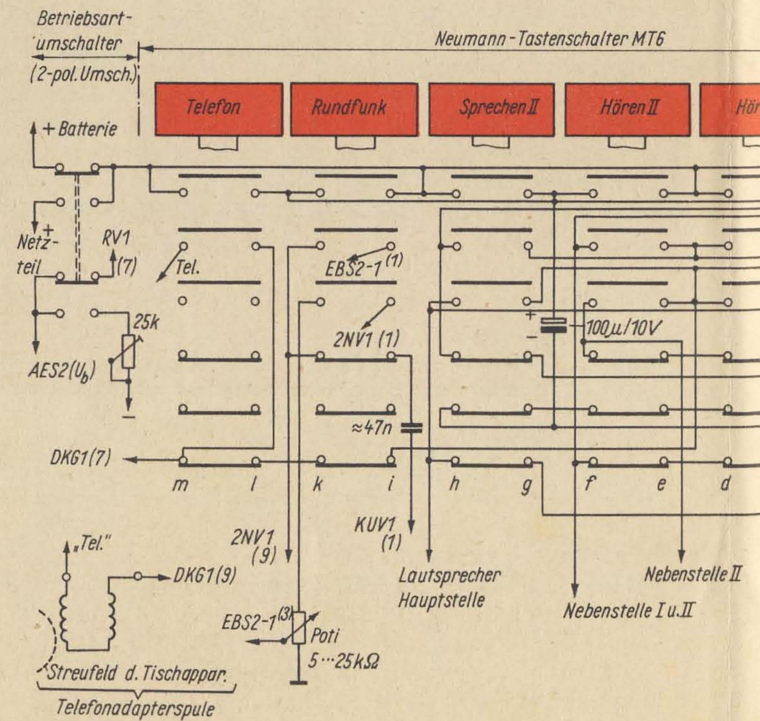


Bild 7
Beispiel für Ruftonerzeugung
in der Hauptstelle



(Schalter 6a)
– 4…4,5 V
(aus Batterie oder Niederspannungsnetzteil)
(vorwieg. Netzbetrieb bzw. Parallellauf aller Lautsprecher)
25k
fest
gleitend
2,2k
GC100 o.ä.
10µ
1,2k
68 k
27k
10µ
10k
100µ
(Schalter 1a,d,e,h,i,m)
(Schalter 1b,c,f,g,k,l)

…fe entfällt bei ausschließlichem …rieb mit „festem" Arbeitspunkt

Bild 4
Schaltung des Verstärkers der Anlage

≙ RV1

Hören I
Sprechen I
1
2
3
4
5
6
d c b a
(Plus Verstärker)
Lautsprecher Hauptstelle
DKG1 (9)
AES2 (A)
Minus Verstärker
…stelle II
Nebenstelle I

Bild 6
Schalterverdrahtung des Mustergeräts (6 Tasten)

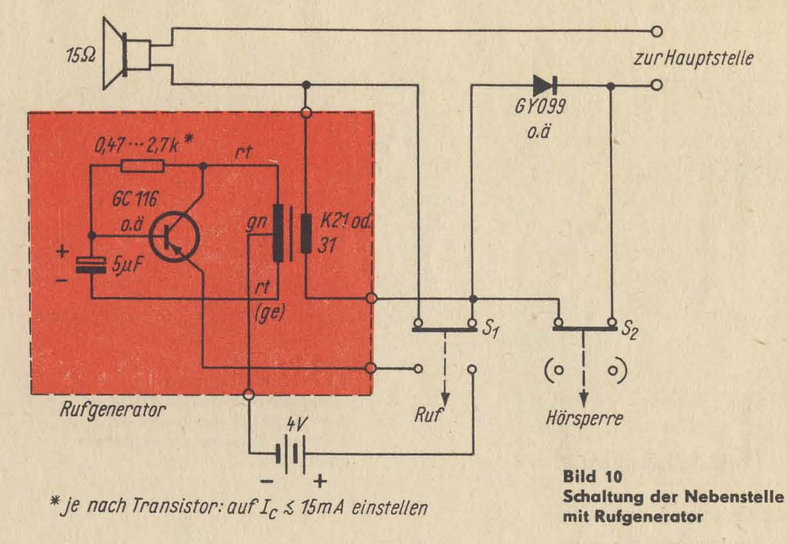
Haupt-stelle
$U_{ss} > 1V$
$U_{ss} < 1mV$

Bild 8
Funktion der Hörsperre

Haupt-stelle
D_2
Neben-stelle 2
D_1
Neben-stelle 1
≡
N_1 ≈
D_1
D_2
N_2
H

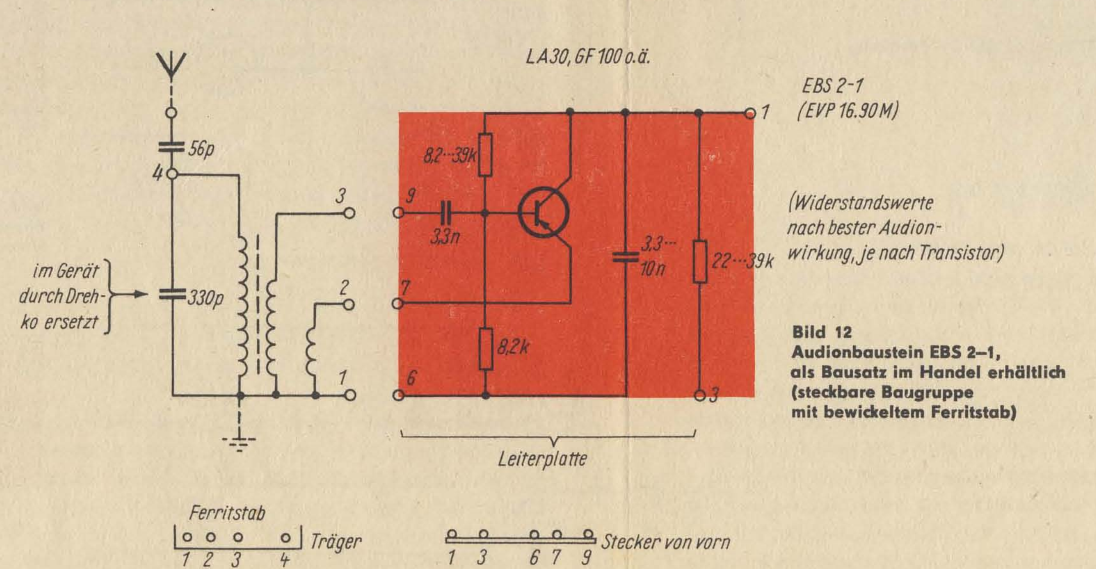
Wenn N_1 ruft (≈), hört H, aber nicht N_2 (D_2 sperrt)

Bild 9
Die Dioden verhindern, daß der Ruf einer Nebenstelle zur Hauptstelle die andere Nebenstelle erreicht



* je nach Transistor: auf $I_C \lesssim 15 mA$ einstellen

Bild 10
Schaltung der Nebenstelle mit Rufgenerator



(Widerstandswerte nach bester Audionwirkung, je nach Transistor)

Bild 12
Audionbaustein EBS 2–1, als Bausatz im Handel erhältlich (steckbare Baugruppe mit bewickeltem Ferritstab)

(Betrachtungslage der Anschlüsse gilt auch für Bild 17 bis 20)

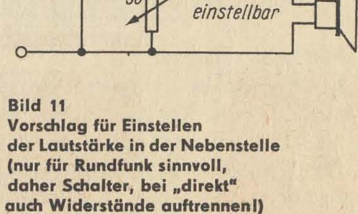


Bild 11
Vorschlag für Einstellen der Lautstärke in der Nebenstelle (nur für Rundfunk sinnvoll, daher Schalter, bei „direkt" auch Widerstände auftrennen!)

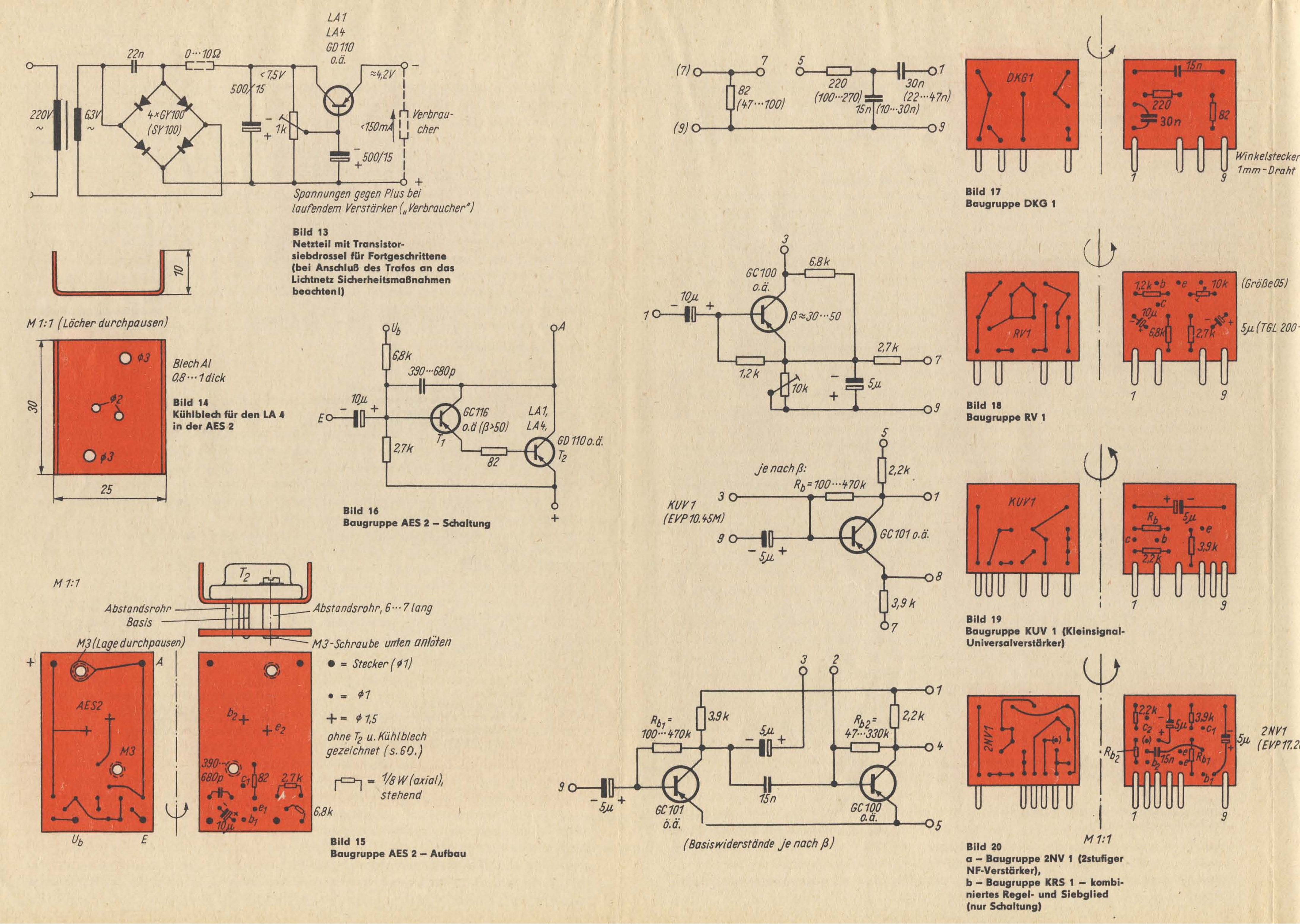


Bild 13
Netzteil mit Transistorsiebdrossel für Fortgeschrittene (bei Anschluß des Trafos an das Lichtnetz Sicherheitsmaßnahmen beachten!)

Bild 14
Kühlblech für den LA 4 in der AES 2

Bild 15
Baugruppe AES 2 – Aufbau

Bild 16
Baugruppe AES 2 – Schaltung

Bild 17
Baugruppe DKG 1

Bild 18
Baugruppe RV 1

Bild 19
Baugruppe KUV 1 (Kleinsignal-Universalverstärker)

Bild 20
a – Baugruppe 2NV 1 (2stufiger NF-Verstärker),
b – Baugruppe KRS 1 – kombiniertes Regel- und Siebglied (nur Schaltung)

Hier abtrennen

kelstecker aus
m-Draht

röße 05)

(TGL 200-8308)

2NV1
(EVP 17.20M)

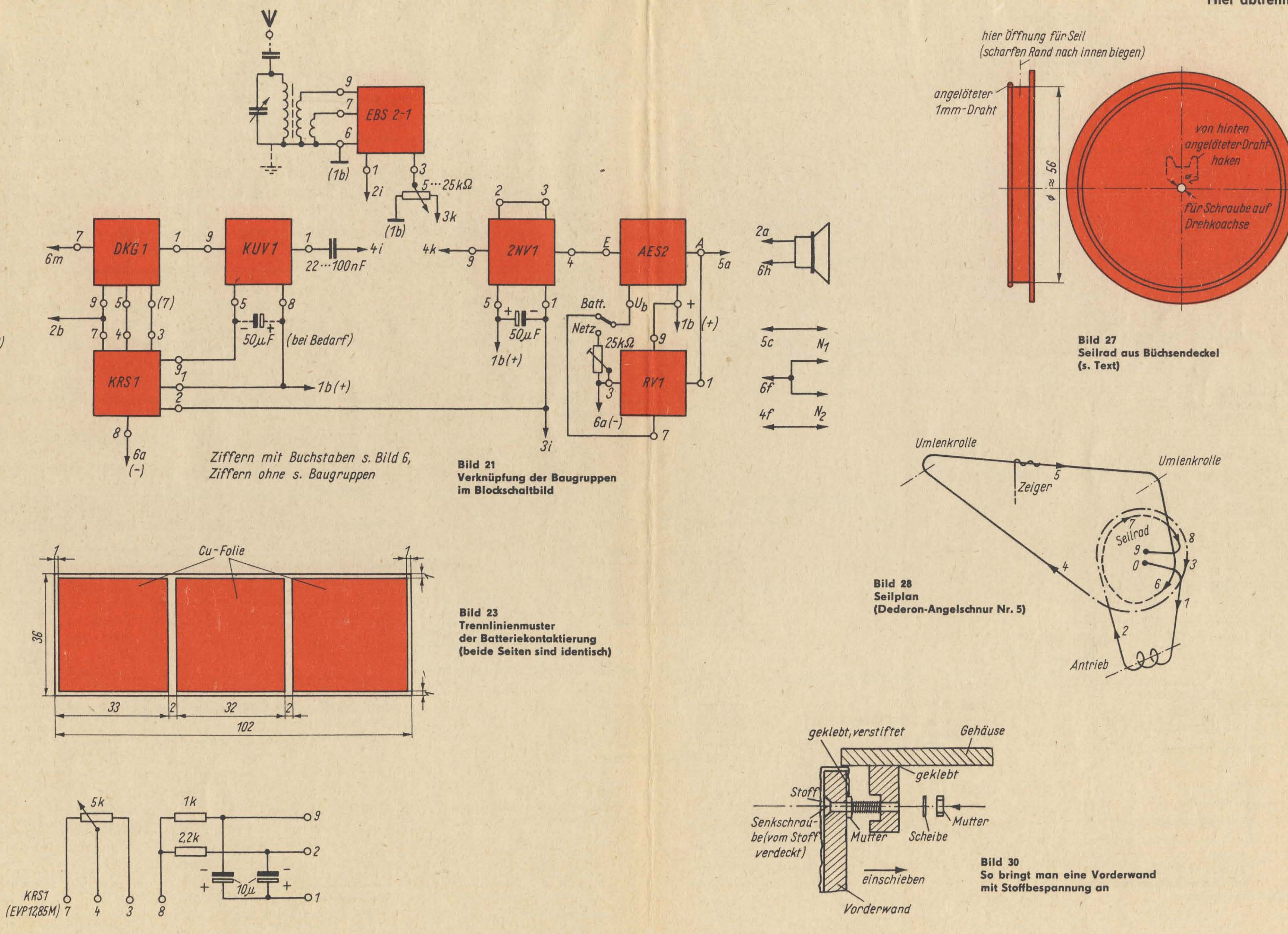


Bild 21
Verknüpfung der Baugruppen im Blockschaltbild

Bild 23
Trennlinienmuster der Batteriekontaktierung (beide Seiten sind identisch)

Bild 27
Seilrad aus Büchsendeckel (s. Text)

Bild 28
Seilplan (Dederon-Angelschnur Nr. 5)

Bild 30
So bringt man eine Vorderwand mit Stoffbespannung an

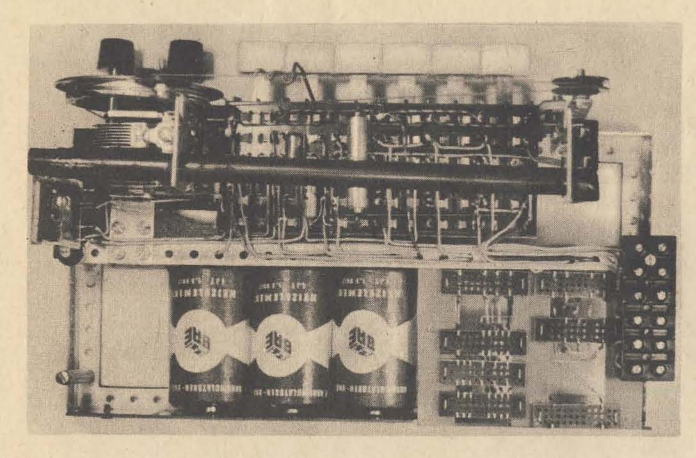


Bild 22
Federleistenanordnung im Träger (die Leisten für KUV 1 und 2NV 1 sollte man vertauschen)

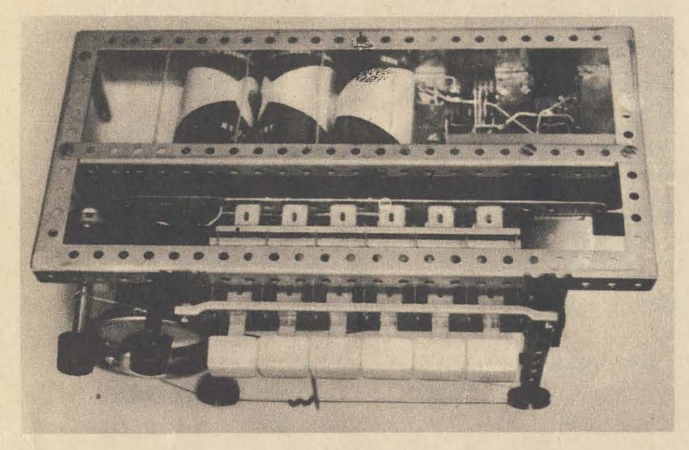


Bild 24
Gesamter Einschub von unten – das Bild läßt die verwendeten ER-10-Reißmann-Teile erkennen

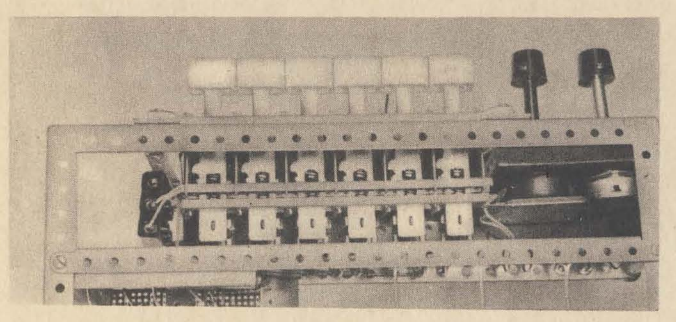
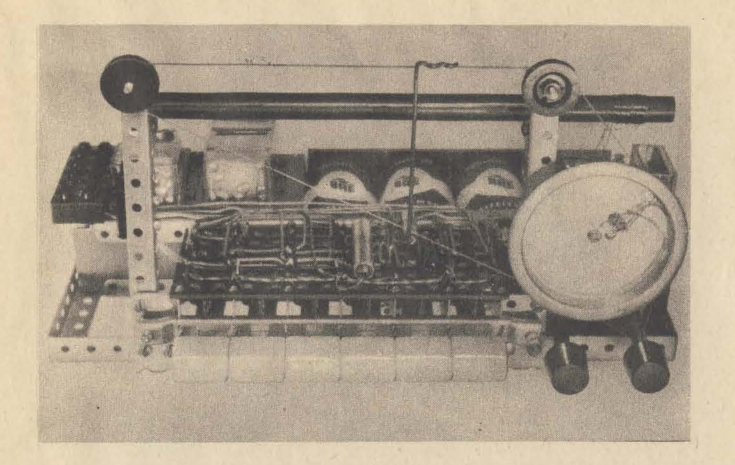
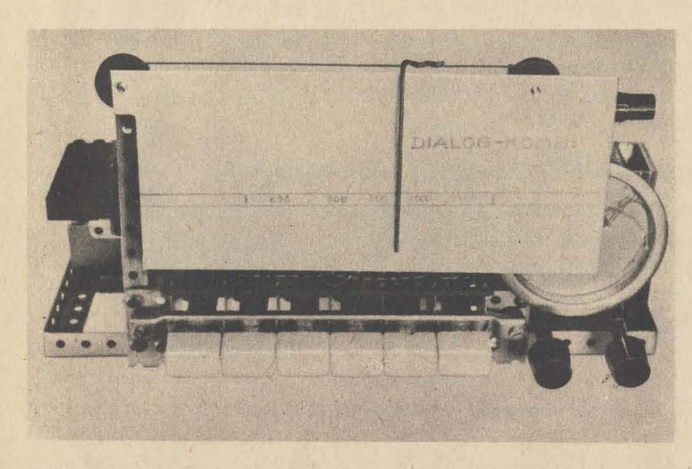


Bild 26
Funktionsteil „Bedienelement Rundfunkteil"





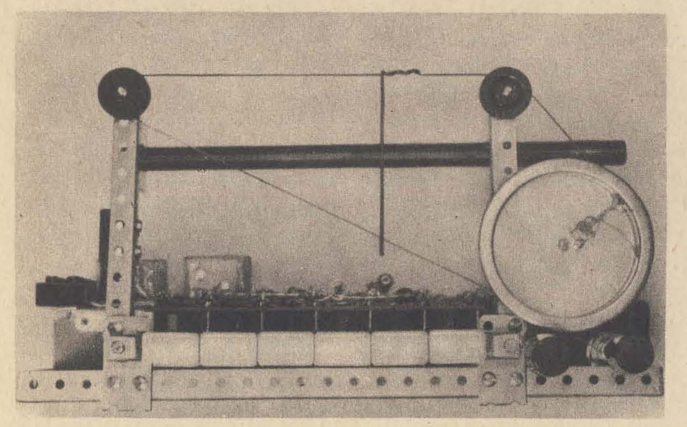


Bild 25 (3 Fotos)
Vorderansicht des Einschubs mit Skalentrieb

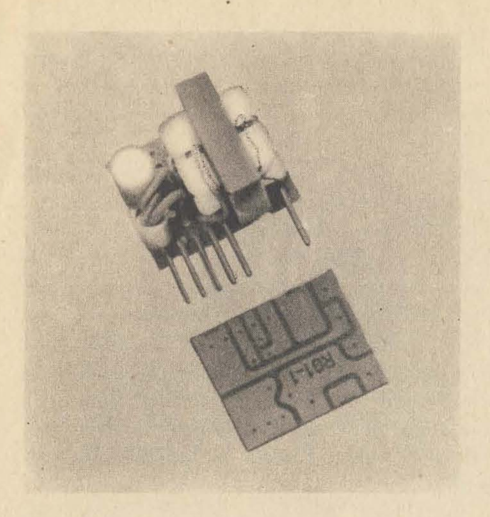


Bild 29
Steckbarer Rufgenerator RG 1–1
(Bausatz ebenfalls im „Amateur-Elektronik"-Programm enthalten; EVP 18,35 M)

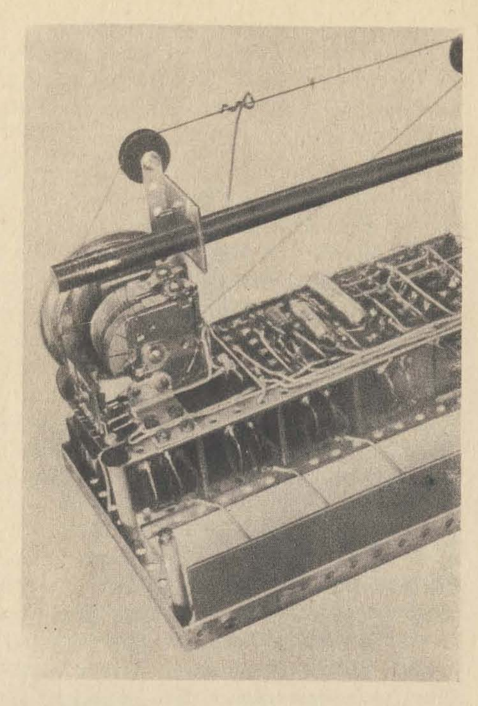


Bild 31
Rundfunkteil
und Batteriekammer

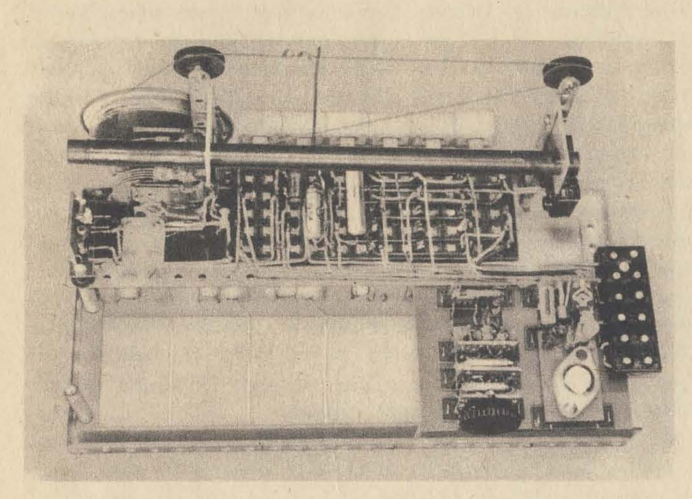


Bild 32
Einschub von oben mit Baugruppen, Monozellen entfernt (das 4. Batterieabteil bleibt immer leer)

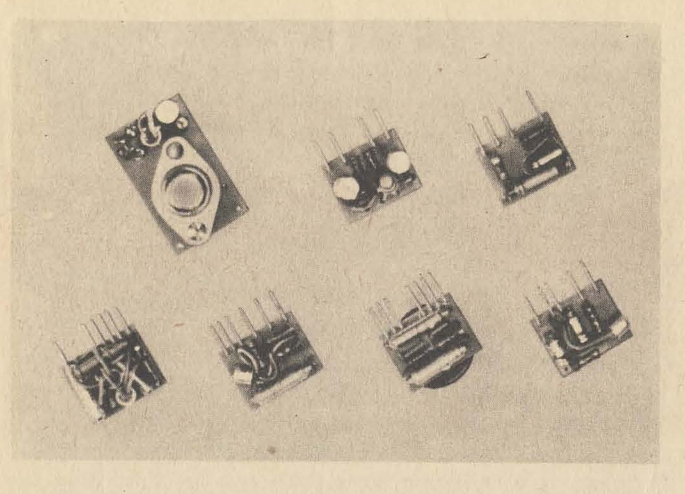


Bild 33
Die steckbaren Baugruppen der Hauptstelle mit Rundfunkteil

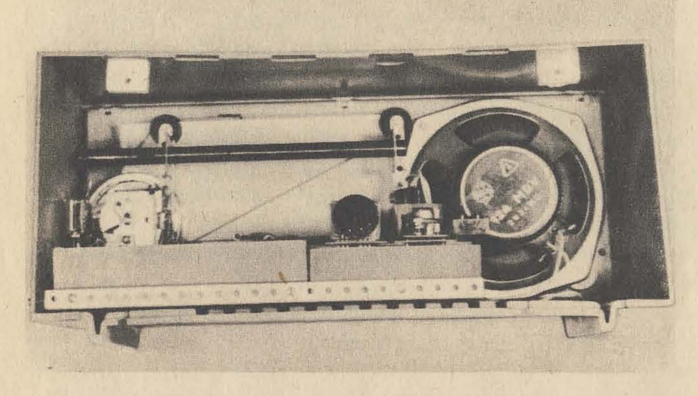


Bild 34
Innenansicht

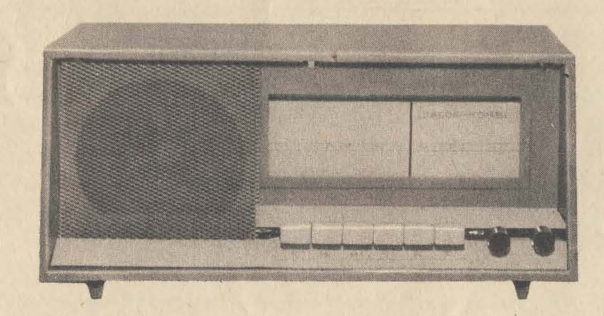


Bild 35
Außenansicht

Hier abtrennen